

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL SIMBIOTICO ORGANEW® EN LA DIETA DE
CONEJOS EN LA FASE DE ENGORDE SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS Y
DIGESTIBILIDAD IN VIVO

LENNIS PAOLA CAMARGO DIAZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTA D.C

2017

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL SIMBIOTICO ORGANEW® EN LA DIETA DE
CONEJOS EN LA FASE DE ENGORDE SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS Y
DIGESTIBILIDAD IN VIVO

LENNIS PAOLA CAMARGO DIAZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista

Director:

Leonor Barreto de Escovar

Codirector

Walter Motta Ferreira

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTA D.C

2017

Dedicatoria

A mis padres Carlos Camargo y Rosa Amalia por todo el apoyo, comprensión, cariño y paciencia en todos los desafíos y momentos de mi vida.

A la memoria de mis abuelos Graciliano y Brigida, por inculcarme el amor al campo y a mi profesión, los recordare siempre.

Agradecimientos

A Dios todo poderoso por llenarme de momentos maravillosos y siempre iluminar mi camino

A mis padres que siempre me han apoyado en todos los momentos de la vida

A Oscar Mauricio Rincón por todo el amor, cariño, paciencia y valioso apoyo con este trabajo

Al Doctor Walter Motta Ferreira docente de la Universidad Federal de Minas Gerais – Brasil por todo el conocimiento transmitido y valioso tiempo dedicado

A la Doctora Leonor Barreto de Escovar docente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y al Ingeniero Jairo Granados por su orientación y colaboración.

A la cunícola Los Alisos, por el uso de sus instalaciones, animales e insumos.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD por el préstamo de su laboratorio de Nutrición animal, equipos e insumos.

Resumen

Se realizó un ensayo para investigar los efectos de la suplementación del simbiótico comercial Organew® (Ow) en conejos durante el periodo de engorde, con el fin de evaluar la digestibilidad *In vivo* de nutrientes (Coeficiente de Digestibilidad de Materia Seca (CDMS), Coeficiente de Digestibilidad de Materia Orgánica (CDMO), Coeficiente de Digestibilidad de Proteína Bruta (CDPB), Coeficiente de Digestibilidad de Fibra detergente neutro (CDFDN), Coeficiente de digestibilidad de Extracto etéreo (CDEE) y el desempeño productivo (Peso final, Consumo medio diario, Ganancia de peso diario, conversión alimenticia y mortalidad).

Fueron utilizados 48 conejos de raza Nueva Zelanda blanco con edad promedio de 35 a 40 días, con peso promedio de 786,25g \pm 93,82. El diseño fue completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: T1 =Dieta base (sin simbiótico), T2= Dieta base + 1g Ow/kg, T3=Dieta base + 2g Ow/kg, T4 =Dieta base + 4g Ow/kg. El periodo experimental tuvo una duración de 42 días, siendo 27 días de adaptación a las dietas y 4 días de colecta de las heces. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y, las medias comparadas usando el test de Tukey, ambos a un nivel de 5% de significancia, utilizando el Sistema estadístico R Core Team®.

Fueron encontradas diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en los coeficientes de digestibilidad de MS, MO, PB, y EE, donde el T1 obtuvo los valores más altos para los coeficientes de digestibilidad de MS y MO, los conejos del tratamiento T2 (1g Ow/kg) tuvieron el valor más alto ($P < 0.05$) para el peso final.

Se concluye que la adición del simbiótico comercial Organew® tuvo efecto sobre el peso final de los conejos en fase de engorde, en cuanto a los coeficientes de digestibilidad estos fueron afectados negativamente por el alto nivel de fibra de la dieta base.

Palabras claves: simbiótico, parámetros productivos, digestibilidad *in vivo*, aditivos, mananoligosacarido, fructoligosacarido.

Abstract

A feeding trial was made to investigate the effects of supplementation of the commercial Organew[®] (Ow) synbiotic in rabbits during the fattening period with the purpose of evaluating the in vivo digestibility of nutrients (Coefficient of digestibility of dry matter (CDMS), coefficient of digestibility of organic matter (CDMO), coefficient of digestibility of crude protein (CDPB), coefficient of digestibility of neutral detergent fiber (CDFDN), coefficient of digestibility of ethereal extract (CDEE)) and performance (final weight, daily feed intake, average daily gain, feed conversion ratio and mortality).

It was used forty-eight New Zealand white rabbits (35 to 40 days old; 786,25g±93,82 average body weight). The experimental design was completely random with 4 four treatments and 3 repetitions. The treatments used were the following: T1 =basal diet (without symbiotic), T2= basal diet + 1g Ow/kg, T3=basal diet +2g Ow/kg, T4 =basal diet+ 4g Ow/kg. The experimental period had duration of 42 days, with 27 days of adaptation to diets and 4 days of collection of feces. The obtained data were submitted to analysis of variance and subsequently the averages compared by the Tukey test, both at 5 % significance level, using the statistical system R Core Team[®].

Significant differences were found ($P < 0,05$) in the coefficients of digestibility of MS, MO, PB, and EE, where the T1 obtained the highest values for the digestibility coefficients of MS and MO, the rabbits of the T2 treatment (1g Ow /kg) had the highest value ($P < 0.05$) for the final weight.

It was concluded that the addition of the commercial synbiotic Organew[®] had an effect on the final weight of the rabbits in the fattening period, as for the digestibility coefficients these were negatively affected by the high fiber level of the base diet.

Key words: synbiotic, performance, in vivo digestibility, additives, productive parameters mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide

Contenido

Introducción	12
Problema	14
Planteamiento del Problema.....	14
Formulación del problema	14
Objetivos	14
General.....	14
Específicos.....	14
1. Marco Teórico y referencial	15
1.1 Fisiología digestiva del conejo	15
1.1.1 Metabolismo del ciego.....	16
1.1.2 Cecotrofia	16
1.2 Exigencias nutricionales para conejos	17
1.2.1 Energía digestible	18
1.2.2 Proteína bruta.....	20
1.2.3 Fibra.....	22
1.2.4 Grasas	24
1.2.5 Minerales	25
1.3 Digestibilidad de nutrientes.....	26
1.3.1 Digestibilidad de la energía	26
1.3.2 Digestibilidad de la proteína.....	27
1.3.3 Digestibilidad de la fibra	28
1.3.4 Digestibilidad de las grasas	29

1.3.5 Determinación de la digestibilidad in vivo	30
1.4 Aditivos zootécnicos para conejos	31
1.4.1 Prebióticos	32
1.4.2 Probióticos	33
1.4.3 Simbióticos	35
1.5 Parámetros productivos	35
1.5.1 Consumo	35
1.5.2 Ganancia de peso	37
1.5.3 Conversión alimenticia	37
1.5.4 Mortalidad	38
2. Materiales y Métodos	40
2.1 Localización y duración de la investigación	40
2.2 Unidades experimentales y metodología	40
2.3 Unidades experimentales	41
2.4 Tratamiento y Diseño experimental	42
2.4.1 Análisis estadístico	45
2.5 Evaluación Parámetros Productivos	47
2.5.1 Consumo de alimento	47
2.5.2 Ganancia de peso	47
2.5.3 Conversión alimenticia	48
2.5.4 Mortalidad	48
2.6 Evaluación de la Digestibilidad in vivo	49
2.6.1 Periodo de adaptación	49
2.6.2 Período de recolección	49

2.6.3 Preparación de muestras y técnicas analíticas	51
3. Resultados y discusión.....	52
3.1 Composición Nutricional de las dietas.....	52
3.2 Consumo, excreción y coeficientes de digestibilidad	52
3.3 Desempeño productivo.....	58
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Referencias Bibliográficas	67

Lista de Tablas

<i>Tabla 1.</i> Necesidades nutricionales internacionales por kilo para conejos considerando una dieta con 90% de materia seca.....	19
<i>Tabla 2.</i> Niveles de garantía Organew [®] por kg de producto	43
<i>Tabla 3.</i> Composición química de la dieta base para conejos Nueva Zelanda Blanco en la fase de engorde.....	44
<i>Tabla 4.</i> Diseño de tratamientos para el comportamiento productivo	46
<i>Tabla 5.</i> Diseño de tratamientos para digestibilidad in vivo	46
<i>Tabla 6.</i> Modelo Análisis de varianza para los parámetros productivos	46
<i>Tabla 7.</i> Modelo Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo.....	47
<i>Tabla 8.</i> Análisis proximal de dieta control y con diferentes niveles de simbiótico	52
<i>Tabla 9.</i> Consumo, excreción y coeficientes de digestibilidad de los nutrientes en los tratamientos durante la fase experimental de la Digestibilidad in vivo en conejos de engorde. .	53
<i>Tabla 10.</i> Desempeño productivo en conejos Nueva Zelanda en la fase de engorde	58

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Jaulas individuales para los conejos de engorde.....	41
<i>Figura 2.</i> Simbiótico comercial Organew®.	42
<i>Figura 3.</i> Preparación de raciones experimentales.	45
<i>Figura 4.</i> Registro de pesos.	48
<i>Figura 5.</i> Proceso de recolección de heces para análisis de digestibilidad in vivo.	50
<i>Figura 6.</i> Preparación de muestras para análisis químico.	51
<i>Figura 7.</i> Coeficientes de digestibilidad de Materia seca (CDMS).....	53
<i>Figura 8.</i> Coeficientes de digestibilidad de materia orgánica (CDMO).....	54
<i>Figura 9.</i> Coeficientes de digestibilidad de proteína bruta (CDPB).....	55
<i>Figura 10.</i> Coeficientes de digestibilidad de Fibra detergente neutra (CDFDN).....	56
<i>Figura 11.</i> Coeficientes de digestibilidad de Extracto etéreo (CDEE).....	57
<i>Figura 12.</i> Peso a los 77 días de edad.....	59
<i>Figura 13.</i> Ganancia de peso diario entre 35-77 días.	60
<i>Figura 14.</i> Consumo medio diario entre 35-77 días.	60
<i>Figura 15.</i> Conversión alimenticia entre 35-77 días.	60

Introducción

La cría de conejos representa sin duda un gran beneficio para la seguridad alimentaria, ya que poseen grandes cualidades entre ellas ser muy productivos (breve período de gestación y prolíferos) y constituyen una fuente económica de proteínas, al ser herbívoros su alimentación resulta bastante fácil, además se adaptan con facilidad a ambientes diversos.

Los conejos son por varias razones, animales idóneos para la cría y comercialización, se adaptan a sistemas de producción doméstica e industrial, proporcionan carne muy nutritiva, baja en grasa y colesterol y rica en proteínas, vitaminas y sales minerales.

Los Simbióticos como la combinación asociada entre probióticos y prebióticos, pueden mejorar la sobrevivencia del primero, por la disponibilidad de su sustrato. Esto daría lugar a beneficios para el hospedador, ya sea por la presencia de la flora benéfica, como por la fermentación (Gondim, Mota, Alves, Machado y Motta, 2014).

Según Roberfroid (1998), en el desarrollo de simbióticos es necesaria la selección de cepas con mejor capacidad de uso de un determinado prebiótico, para que se obtenga un efecto sinérgico en la implantación y proliferación de las bacterias deseables. El prebiótico utilizado debe ejercer acción que favorezca la sobrevivencia de la bacteria probiótica y aumentar la actividad de las bacterias presentes naturalmente en el tracto gastrointestinal.

Ewuola, Amadi y Imam (2011) afirman que el uso de prebióticos y probióticos está enfocado como promotor que tienen potencial de reducir las enfermedades entéricas en ganado y mejorar

su productividad, estas sustancias se han propuesto para ayudar en la prevención de la contaminación de la canal y mejorar la respuesta inmune.

De acuerdo a Lui, Oliveira, Caires y Cancherini (2005) el modo de acción de los probióticos es por exclusión competitiva (competición por lugar de adhesión en el tracto digestivo), por estímulo de la inmunidad, por una mayor producción de ácido láctico, por el aumento de la disponibilidad de aminoácidos en los sitios de absorción y por el aumento de la disponibilidad de vitaminas y enzimas. La exclusión, además de permitir un establecimiento prematuro de una microbiota intestinal normal, también se aplica a situaciones en que la microbiota fue destruída o seriamente afectada por tratamientos con antibióticos o estrés.

El uso de los probióticos puede mejorar la digestibilidad de diversos nutrientes según Zanato *et al.* (2008). Algunos autores relatan mayores coeficientes de digestibilidad en materia seca y orgánica y proteína bruta con dietas suplementadas con *Bacillus subtilis*+ *B.licheniformes*.

En la actualidad se pueden encontrar en el mercado la combinación de probioticos y prebióticos, llamados simbióticos, es por tanto razonable explorar el potencial que tienen los simbióticos en conejos.

Problema

Planteamiento del Problema

El uso de aditivos se ha convertido en algo cada vez más usual por productores del sector pecuario. En el mercado se encuentran diversas marcas con gran variedad de combinaciones de probióticos y prebióticos, es por tanto que realizar un estudio de los efectos de la suplementación de simbióticos en conejos resulta de gran interés para el sector cunícola. Por lo anterior se diseñó este estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación del simbiótico comercial Organew[®] en diferentes niveles de inclusión, sobre los parámetros productivos y la digestibilidad de nutrientes en conejos durante la fase de engorde.

Formulación del problema

Ante lo expuesto se formula la pregunta de investigación ¿La adición de un simbiótico comercial en la dieta de conejos de engorde mejoran los parámetros productivos y la digestibilidad?

Objetivos

General

Evaluar los efectos de la inclusión del simbiótico Organew[®] en la dieta de conejos en la fase de engorde sobre los parámetros productivos y la digestibilidad in vivo de los nutrientes.

Específicos

- Analizar el efecto de la suplementación de Organew[®] en los parámetros zootécnicos (peso final, conversión alimenticia, consumo de alimento, mortalidad, ganancia de peso)
- Determinar la Digestibilidad in vivo (Materia Seca, Materia Orgánica, Fibra Detergente Neutra, Proteína Bruta, Extracto Etéreo) entre los tratamientos evaluados.

1. Marco Teórico y referencial

1.1 Fisiología digestiva del conejo

El primer compartimiento importante del sistema digestivo del conejo es el estómago; este tiene una capa muscular muy débil y se encuentra parcialmente lleno. Después de la cecotrofia la región fúndica actúa como almacenamiento para los cecotrofos. Por lo tanto, el pH del estómago es ácido por la secreción continua. El pH del estómago varía de 1 a 5, dependiendo del sitio de determinación (región fúndica, cardial y pilórica), la presencia o ausencia de heces blandas, el tiempo de consumo de alimento y la edad del conejo (De Blas y Wiseman, 2010).

El conejo es un herbívoro monogástrico con una pequeña porción caudal del intestino agrandada. El ciego es el sitio principal de crecimiento y fermentación microbiano. Los herbívoros como el conejo presentan una estrategia digestiva única, que les permite tener una alimentación a base de forraje. En términos sencillos, esta estrategia digestiva incluye la separación selectiva de partículas de fibra de los componentes no fibrosos con la excreción rápida de la fibra y la retención de los elementos no fibrosos más digeribles (por ejemplo, el almidón) para la fermentación en el ciego. La separación selectiva y excreción de fibra se realizan mediante la actividad muscular del colon proximal (Church, Pond y Pond, 2002)

La digesta permanece muy poco en el intestino delgado (1 a 2 horas para partículas), que se degradan bajo la acción combinada de las enzimas pancreáticas e intestinales. Las partículas de alimentos no degradadas permanecen más tiempo en el ciego y el colon proximal (6 a 12 horas) (Gidenne y Lebas, 2005).

1.1.1 Metabolismo del ciego

La comparación entre el sitio fermentativo del conejo, es el ciego, y el sitio de los rumiantes, el rumen, se torna pertinente en el sentido en que ambos producen importantes fermentaciones. Sin embargo, es importante resaltar que las poblaciones microbianas, con relación al número y las especies difieren significativamente (Ferreira, 2010).

La densidad bacteriana del contenido cecal parece ser menor que la del rumen, destacándose las especies anaerobias, especialmente los bacilos no esporulados Gram negativos (Bacteroides), así como la falta de lactobacilos. Además, no existe una población de protozoarios en el intestino ciego, probablemente debido a la ausencia de sustratos adecuados como almidón y azúcares solubles. El número de bacterias esporuladas es cerca de 100 a 1000 veces menor que los bacteroides, y pertenecen a los géneros *Clostridium*, *Endosporum* y *Acuiformis*. Durante el periodo de amamantamiento, el estómago e intestinos del conejo son libres de microorganismos (Ferreira, 2010).

1.1.2 Cecotrofia

Cecotrofia se define como el acto de consumir contenido cecal, es un patrón de comportamiento normal para muchos tipos de animales, incluyendo los conejos. La principal consecuencia nutricional de cecotrofia en conejos, es que este es un medio que proporciona los requerimientos de vitamina B. Todos los miembros del grupo de complejo B son sintetizadas por las bacterias en el intestino grueso del conejo y, son disponibles al animal después de que se consumen sus heces suaves. Como resultado, los conejos no requieren vitaminas del grupo B en su dieta. Otra consecuencia de cecotrofia es que proporcionan una pequeña cantidad de proteína

bacteriana McNitt *et al.* (2013) los cecotrofos se ingieren directamente del ano y el conejo necesita de este hábito para nutrirse (Ferreira *et al.*, 2012).

La fisiología digestiva de los conejos está estrictamente relacionada con la cecotrofia, siendo esta última importante para mejorar la utilización de proteína y materia seca de la dieta. La cecotrofia ocurre muy precozmente en conejos salvajes, por lo tanto en los domésticos, se inicia en el momento en que comienza al ingerir alimentos sólidos, alrededor de la tercera semana de vida (Ferreira, 2010).

La eficiencia digestiva de los conejos se relaciona con la cecotrofia, cuya constitución difiere de las heces duras o verdaderas, en términos de composición, tamaño y proceso de formación, por los mecanismos peristálticos, la absorción y liberación de agua, electrolitos, amonio y ácidos grasos volátiles son distintas para esta dualidad, presentando interrelaciones complejas entre el metabolismo bacteriano y el ciclo de excreción fecal a lo largo del intestino grueso (Arruda *et al.*, 2003).

Los cecotrofos se ven influenciados por la luz, patrones de ingestión, y varía entre conejos cautivos y silvestres son ingeridos directamente en racimos como respuesta a una serie de factores, incluyendo receptores de estímulos mecánicos, estímulos olfativos, y las concentraciones de sangre de diferentes metabolitos y hormonas (Davies y Davies, 2003).

1.2 Exigencias nutricionales para conejos

Las necesidades nutricionales son definidas como la cantidad de nutrientes necesarios para el máximo desempeño, dentro de los patrones zootécnicos previamente definidos. Ellas pueden ser expresadas en cantidades de nutrientes diarios o cantidades por kg de ración (Kcal/kg o %). Para

conejos, su formulación considera las expresiones de volumen de nutrientes y, energía por kg o en porcentajes (Machado, Ferreira, Scapinello y Eules, 2011).

Según Ferreira (2010), en la última década las metodologías para la obtención de los requisitos nutricionales de los conejos se tornaron más consistentes, basándose en métodos calorimétricos que permiten diferenciar las necesidades de manutención de las necesidades de producción, así mismo como las eficiencias con que se realizan los distintos procesos. Este tipo de ensayo permite la utilización de valores absolutos (kcal/día, g/día) y, además de tener en cuenta una serie de factores relacionados a los animales (peso vivo, crecimiento, producción de leche, peso al destete o sacrificio, etc.).

Teniendo en cuenta las características de los sistemas de producción modernos se pueden diferenciar los conejos en dos grupos:

- Conejos para engorde
- Conejas en lactancia (vacías o gestantes)

Las demás categorías (animales adultos para reposición, conejas de recría y en gestación, reciben una de estas dos raciones en cantidades más o menos restringidas. En la Tabla 1 se encuentran las necesidades nutricionales para conejos en crecimiento.

1.2.1 Energía digestible

La concentración energética es considerada la principal variable en la formulación de raciones para conejos en crecimiento/terminación, pues es principalmente, por intermedio de la energía que el conejo controla su ingesta de alimentos. Pessoa (2003), De Blas y Wiseman (2010) citan que ese control ocurre con mayor precisión cuando los niveles energéticos están comprendidos entre 2.500 a 3.000 kcal ED/kg de ración. Niveles inferiores resultan en aumento

de consumo, reducción de ganancia de peso y digestibilidad de otros nutrientes, en cuanto que en niveles superiores a los citados, el riesgo de trastornos digestivos se incrementa.

Tabla 1. Necesidades nutricionales internacionales por kilo para conejos considerando una dieta con 90% de materia seca

Nutriente	Unidad	Crecimiento
Energía digestible	MJ	10.2
Energía metabolizable	MJ	9.8
FDN ^a	g	340 (330–350)
FDA	g	190 (180–200)
Fibra Cruda	g	155 (150–160)
LDA	g	50
FDN Soluble	g	115
Almidón	g	150 (140–160)
Extracto etéreo	g	Libre
Proteína cruda	g	150 (142–160)
Proteína digestible ^b	g	104 (100–110)
Lisina ^c		
Total	g	73
Digestible	g	57
Azufre ^d		
Total	g	52
Digestible	g	40
Treonina ^e		
Total	g	62
Digestible	g	43
Calcio	g	60
Fosforo	g	40

Fuente: De Blas y Wiseman (2010).

FDA, fibra detergente acida; LDA lignina detergente acida; FDN, fibra detergente neutra.

^a La proporción de partículas de fibra larga (>0.3 mm) debería ser >0.22 para reproducción y >0.205 para crecimiento de conejos.

^b La digestibilidad de la proteína cruda y aminoácidos esenciales se expresa como digestibilidad aparente fecal.

^c Se han calculado los requerimientos totales de aminoácidos para una contribución de aminoácidos sintéticos de 0.15

^d La metionina debe proporcionar un mínimo de 35% de los requerimientos totales de aminoácidos de azufre.

^e Se recomiendan niveles máximos de 50 y 72g kg⁻¹ de treonina digestible y total, respectivamente, para la reproducción.

Según Church *et al.* (2002) las cantidades de energía digerible en las dietas comunes para conejos son bastante pequeñas, en el intervalo de 2.400 a 2.800 kcal/kg de alimento. Las concentraciones de energía más grandes alteran el rendimiento animal y provocan una ingestión de energía reducida.

Las recomendaciones de exigencias de energía son influenciadas por varios factores, como temperatura ambiente, nivel de energía de la ración nivel, calidad y proporción de fibra en relación a otros nutrientes y edad de los animales (Pessôa, 2003). Por su parte Ferreira (2010), menciona los requerimientos de energía de mantenimiento para diferentes etapas fisiológicas del conejo: hembra lactantes: 105 a 118 kcal ED/kg PV^{0.75} (determinado por el método de calorimetría directa) y 125 kcal ED/kg PV^{0.75} (determinado por el método de ecuación de regresión), hembras gestantes: 108 kcal ED/kg PV^{0.75} y conejos de engorde: 130 a 132 kcal ED/kg PV^{0.75} y 114 a 116 kcal ED/kg PV^{0.75}.

1.2.2 Proteína bruta

El valor nutritivo de la proteína es determinada no solo por su composición de aminoácidos, sino también por su digestibilidad o cantidad de proteína ingerida que se digiere en el intestino y se absorbe como aminoácido libre. Los principales factores que intervienen en la digestibilidad de las proteínas en conejos, como en otras especies de no rumiantes, son su estructura química y propiedades (las proteínas insolubles son más resistentes para la digestión) y la accesibilidad a la actividad enzimática (De Blas y Wiseman, 2010).

Los conejos hacen un uso eficiente de las proteínas forrajeras. La digestibilidad de la proteína de la harina de alfalfa es inferior al 50% en cerdos y aves de corral, siendo de 70-75% en

conejos. En rumiantes, la alfalfa y otras proteínas forrajeras se convierten en proteína microbiana de calidad en el rumen. En conejos, los aminoácidos forrajeros son utilizados directamente, lo cual es significativo porque las proteínas foliares tienen una alta calidad (buen equilibrio de aminoácidos) esto permite una extracción eficiente de proteínas de ingredientes dietéticos (Cheeke, 1987).

Las proteínas en conejos son fermentadas por la flora cecal y convertidas en amoníaco el cual representa la principal fuente de síntesis de proteína microbiana. La proteína microbiana juega solamente un rol menor en el llenado de las necesidades de proteína y aminoácidos en los conejos. La mayor parte de la proteína microbiana utilizada por el animal es digerida en el colon. Sin embargo, los aminoácidos producidos por las bacterias pueden estar disponibles vía cecofágica (especialmente la lisina, aminoácidos sulfurados y la treonina). Como resultado, los aminoácidos sintéticos son agregados a la dieta comercial, particularmente la lisina y la metionina (Mora, 2010).

Los animales necesitan de aminoácidos para todos los procesos vitales. Los aminoácidos esenciales reconocidos son lisina, metionina, treonina, triptófano, valina, cistina, histidina, leucina, isoleucina y fenilalanina (Machado *et al.*, 2011).

Omole (1982) evaluó dietas con niveles de proteína bruta de 10, 14, 18, 22 y 26% observó que elevadas ganancias de peso pueden ser obtenidas en dietas con 18 a 22% de proteína bruta para conejos en crecimiento. Cheeke (1987), sugiere que dietas con niveles de 18 a 22% de proteína cruda se encuentran en un rango óptimo, este nivel de proteína en la dieta mejora los parámetros reproductivos, tamaño de crías y disminuye la mortalidad al nacimiento. Sánchez,

Cheeke y Patton (1985), afirman que una dieta que contenga más de 18% de proteína bruta no representa ningún beneficio adicional aumentando la incidencia de enterotoxemias y este desorden metabólico es particularmente alto cuando la proteína de la dieta excede 20%. Se ha sugerido que un exceso de proteína en la dieta aumenta la presencia de este componente en la digesta que llega al ciego, lo que favorece la proliferación de *Clostridium spp.* y puede aumentar la presencia de *Escherichia coli* (Mora, 2010).

Las necesidades de proteína para conejos en la fase de engorde son mayores en las primeras etapas de crecimiento, proponiéndose para los gazapos entre 3 a 6 semanas de edad una dieta con contenido de 18% de proteína bruta. Con estos niveles se puede obtener un mayor índice de crecimiento y una mejor conversión alimenticia, sin embargo, no se justifica desde el punto de vista económico por lo que se recomienda una dieta con 12 al 14% de PC en el período de engorde (Ferreira, 2010).

1.2.3 Fibra

El uso de fuentes forrajeras o arbustivas en la dieta aporta diferentes tipos de fibra, importantes en la salud y la digestión de los conejos. Por ello, debe comprenderse que digestivamente si se analizan los procesos de la fibra dietaria en el tracto del conejo, esta es clasificada en dos tipos; soluble e insoluble. Ambas tienen un importante desempeño en la fisiología digestiva del conejo, la primera es un potente activador de la fermentación cecal con un aumento de la producción de biomasa microbiana y ácidos grasos de cadena corta (Gidenne y Jehl, 1996), la segunda permite un adecuado tiempo de transito del alimento por el Tracto Gastrointestinal (Dihigo, 2005) e interviene en el proceso de formación de heces duras dando consistencia al alimento en tránsito (García *et al.*, 2006).

Según Hoover y Heitmann (1972) el contenido de FB en la dieta no debe ser menor de 8 a 10%, pues cantidades inferiores reducen el peristaltismo intestinal, provocando diarreas. Boriello y Carman (1938), demostraron que el contenido de fibra en la dieta está directamente relacionado con problemas digestivos en los conejos. Así mismo para conseguir un desempeño satisfactorio en los animales y reducir el riesgo de diarreas, las dietas deben contener de 13 a 14% de FB. Los niveles altos de fibra en la dieta, evitan enterotoxemia y combaten enteritis en conejos, siendo que los niveles recomendados están entre 15 y 20% de FB (Cheeke y Patton, 1980; Herrera, Santiago y Madeiros, 2001).

Carabaño, Fraga y Santoma (1988), mencionan que dietas con niveles de fibra menores de 12% se asocian con un aumento en el contenido cecal y que esta situación puede generar fermentaciones indeseables y como consecuencia, una proliferación de microorganismos patógenos.

Según De Blas, García y Carabaño (1999), los alimentos balanceados para conejos deben contener de 320 a 380 g de fibra detergente neutra (FDN) por kg de MS y, la fibra en esas dietas es necesaria para regular la tasa de pasaje, controlar la flora intestinal y para mantener la integridad de la mucosa intestinal. Por otro, lado Lebas (1989) recomienda un nivel dietético de 18% de Fibra Detergente Ácida, tanto en raciones para animales en crecimiento, como en raciones mixtas.

El aumento de la fibra en la dieta de conejos resulta en una disminución de la digestibilidad de varios nutrientes, existiendo una fuerte correlación negativa entre la fibra y la digestibilidad de la materia orgánica, proteína, carbohidratos solubles y extracto etéreo. Esta correlación es debido a que el aumento de fibra en la dieta disminuiría el tiempo de retención de los alimentos

en el tracto digestivo. Así mismo, la baja digestibilidad de la fibra comúnmente encontrada en los alimentos, la fermentación de la fibra por los microorganismos cecales, incluso si es baja proporciona una cantidad de ácidos grasos volátiles capaces de soportar aproximadamente de 10 a 12% de las necesidades exigidas para el mantenimiento. Esta cantidad está relacionada con la proporción de los componentes de la pared celular y, en consecuencia, con la digestibilidad (Ferreira, 2010).

1.2.4 Grasas

La utilización de lípidos, hasta cierto nivel, mejora la digestibilidad de toda la dieta disminuyendo el índice de conversión alimenticia (valor extra calórico), aumenta la palatabilidad, aumenta la disponibilidad de ácidos grasos esenciales, etc. Ya en niveles altos, puede inhibir el consumo (estimula el centro de saciedad – teoría lipostática) e interfiere en la calidad del pellet (disminuye la dureza). En términos prácticos, la adición de lípidos en las dietas no debe pasar de 3 a 4% (Ferreira, 2010).

En conejos de raza holandés alimentados con dietas que contienen de 5, 10, 15, 20 y 25% de grasa en forma de aceite vegetal encontraron que las ganancias de 4 a 5 semanas de edad, fueron mayores con niveles de grasa de 10 a 25 % que el nivel del 5%. También se han observado mejores rendimientos con niveles de grasa de 11 a 14% que con 2.4 y 3.6 %. Parece que no hay problemas especiales asociados con la alimentación de grasa en conejos; los niveles usados en los alimentos están influenciados por la prevalencia económica relacionada entre las fuentes de grasa y granos (National Research Council [NRC], 1977)

1.2.5 Minerales

Los principales elementos minerales de interés en la formulación del régimen alimentario del conejo son calcio (Ca) y fósforo (P). En general, los otros minerales se proporcionan en cantidad suficiente con los ingredientes utilizados junto con la adición de sales con oligominerales. La mayoría de las dietas de conejos contienen suficiente calcio, proporcionado en harina de alfalfa (Church *et al.*, 2002).

Se han realizado varios estudios con el fin de determinar las exigencias de calcio que debe incluirse en la dieta de los conejos. Furlan *et al.* (1997) realizaron un estudio en conejos Nueva Zelanda con edades entre 35-70 y 70-90 días observando que el nivel de 0.5% de calcio en la dieta era suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales de crecimiento en conejos, este nivel es superior al recomendado por Lebas (1989), para conejos en crecimiento que es del 0.40%, aunque esto es inferior a las recomendaciones de De Blas y Mateos (2010), que son de 0,60%.

El fósforo es un constituyente principal de los huesos. También juega un papel importante en muchas reacciones relacionadas con el metabolismo de la energía. En la mayoría de las especies de mamíferos, el fósforo inorgánico se absorbe a nivel duodenal y el yeyuno, un mecanismo que es modulada por el sistema endocrino (calcitriol, triyodotironina) y factores nutricionales (De Blas y Wiseman, 2010).

Las recomendaciones de fósforo en las raciones para conejos varían bastante, dificultando la adaptación de un valor que promueva el máximo crecimiento. Según la NRC (1977), recomiendan un 0,22% de fósforo para conejos en crecimiento y gestación, en cuanto a De Blas y Mateos (2010) recomiendan 0,4% de este mineral. Furlan *et al.* (1997) realizaron un estudio

con conejos Nueva Zelanda blanco en las fases de 35 a 70 y 70 a 90 días de edad concluyendo que el nivel de 0,3% de fósforo total en la ración fue suficiente para atender las exigencias nutricionales en las dos fases, coincidiendo con lo propuesto por Lebas (1989).

1.3 Digestibilidad de nutrientes

En el proceso de digestión de los alimentos, apenas una parte es metabolizada y retenida en forma de tejidos estructurales de reserva o transformada en productos para secreción exógena, endógena o mixta. Una parte es perdida en forma de gases o calor resultante del metabolismo (Zanato *et al.*, 2008). Según Santos *et al.* (2004) el estudio de eficiencia del uso de nutrientes de un alimento se inicia con el conocimiento de su composición química y de su valor calórico, seguido con el análisis de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del animal. Esos coeficientes pueden ser influenciados por el tipo de alimento, su volumen o concentración (Carabaño *et al.*, 2001), por la especie y variedad del forraje (Pérez *et al.*, 1995) y la forma física presentada por los alimentos (grosor o finamente molido).

1.3.1 Digestibilidad de la energía

A partir de algunos trabajos realizados por De Blas (1989), en los que trata de determinar los valores de digestibilidad de la energía en los alimentos, concluye que la fibra detergente ácido es el mejor índice de estimación de la digestibilidad y, que la utilización simultanea de más de un índice no aporta información significativa respecto a aquel.

De acuerdo con ello, se calculó una regresión conjunta con datos disponibles de coeficientes de digestibilidad de la energía (CDE) y de fibra ácido detergente (FAD), la ecuación obtenida es:
$$\text{CDE} = 84.77 - 1.16 \text{ FDA (\% MS)}, (N = 73), r^2 = 0.82, P < 0.001$$

Donde: CDE es el coeficiente de digestibilidad de la energía, FAD es fibra detergente ácido y MS es la materia seca. La cuál es adecuada para la mayoría de los alimentos, excepto para aquellos en que la digestibilidad de la fibra sea muy alta.

El valor energético de los alimentos para conejos se mide en términos de Energía digestible (ED). Por ello, la mayoría de las ecuaciones pretenden predecir este parámetro. No obstante, diversos trabajos han comprobado que existe una estrecha relación entre ED, digestibilidad de energía (dE), digestibilidad de la materia seca (dMS) y digestibilidad de materia orgánica (dMO).

1.3.2 Digestibilidad de la proteína

La predicción del coeficiente de digestibilidad de la proteína en conejos ha sido estudiada por varios autores, De Blas (1989), realizó un análisis de regresión para determinar qué factores tenían mayor influencia sobre la digestibilidad de la proteína. De estos análisis resultó que las variaciones de digestibilidad estaban relacionadas principalmente con el origen del nitrógeno de la dieta, según se encontrase ligada a forraje o concentrados.

De las principales variables cuantitativas, la ecuación obtenida fue la siguiente:

$CD \text{ proteína (\%)} = 58.78 + 0.16 PC \text{ (n=23), } r^2 = 0.38, P < 0.01$. Dónde: CD es el coeficiente de digestibilidad, PC es proteína cruda y r^2 es el coeficiente de determinación.

El nivel de fibra en la dieta para conejos no parece afectar el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta. Este parámetro depende en mayor medida del origen de la proteína. Dietas con niveles de FDA entre 9 a 24% presentan disminución de 0,74 puntos porcentuales en el coeficiente de digestibilidad de la PB (valores de PB y FDA varían paralelamente (Carabaño *et al.*, 1988).

1.3.3 Digestibilidad de la fibra

La digestibilidad de la fibra de un ingrediente puede estimarse por el método diferencial con sustitución de una dieta basal, indicando, a primera vista, una importante variabilidad de 7 a 72% de digestibilidad entre los alimentos. Baja digestibilidad fue encontrada para forrajes y bagazo de uva. La digestibilidad de la fibra para concentrados proteicos presenta valores intermedios, siendo más altos para harina de soja que para harina de girasol. Finalmente, poca lignificación, como en productos como remolacha y pulpa de cítricos, resulta en altos valores de digestibilidad de la fracción fibrosa (Gidenne, 1993).

Otra consideración a tener en cuenta, es la heterogeneidad de los diferentes componentes de la pared celular. Como resultado de estas diferencias en el grado de lignificación y también la alta digestibilidad de las pectinas, la sustitución de estos ingredientes en la dieta determina elevadas y significativas diferencias en la ED en la dieta (Herrera *et al.*, 2001).

Según estudios, con 5 dietas propias y 42 de otros trabajos Pérez de Ayala *et al.* (1991), obtuvieron ecuaciones para predecir la fibra bruta indigestible (FBI). Estos concentrados están formulados reemplazando parte del heno de alfalfa por otras fuentes de fibra (pulpa de remolacha, pulpa de cítricos, orujo de uva y cascarilla de arroz). En un análisis de regresión paso a paso incluyendo todos los parámetros de la pared celular como variables independientes, obtienen la siguiente ecuación:

$$\text{FBI (\%MS)} = -0,99 + 0,82 (\pm 0,07) \text{FB (\% sMS)} \quad R^2 = 0,73 \quad n=47$$

Al considerar, además los niveles de inclusión de heno de alfalfa, pulpas o fibras muy lignificadas, la ecuación obtenida es:

$$\text{FBI (\%MS)} = 0,64 + 0,74 (\pm 0,06) \text{FB (\%MS)} - 0,064 (\pm 0,01) \text{Pu} \quad R^2=0,81 \quad n=47$$

Siendo Pu, el nivel de inclusión de pulpa en la dieta (%) (Ramos, 1995).

Uno de los factores que afecta la digestibilidad de la fibra es el grado de lignificación de los alimentos. Los forrajes lignocelulosos, generalmente se dirigen menos del 15%; sin embargo, para materiales no lignificados como la pulpa de remolacha, la digestibilidad es mayor al 60% (Herrera y Pérez, 2007).

1.3.4 Digestibilidad de las grasas

La determinación precisa de la digestibilidad de EE (dEE) es esencial para una correcta evaluación energética de dietas completas y materias primas para los conejos. El contenido de energía digestible de los alimentos en conejos se puede calcular con buena precisión (1% de desviación estándar) cada vez que se conoce la digestión de EE y otros componentes digeribles (proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno). A pesar de la considerable cantidad de datos experimentales disponibles en la eficiencia de la digestión de grasa en conejos, los resultados de dEE están comprendidos entre 0,40 a la 0,95 (Xicato, 2010).

Para algunos investigadores, la digestibilidad del extracto etéreo, materia seca y proteína cruda aumenta cuando se adiciona aceite vegetal a las dietas contradiciéndose con algunos resultados obtenidos en otros trabajos se indica que la materia seca, materia orgánica y energía digestible disminuyen conforme aumenta la concentración de grasa en la dieta; no obstante también señala que la suplementación de grasa mejora la digestibilidad de los alimentos de baja concentración energética y disminuye los de alta. En otros trabajos la adición de grasa no produce efectos significativos en la digestibilidad de nutrientes (Herrera y Pérez, 2007).

1.3.5 Determinación de la digestibilidad in vivo

La digestibilidad de los alimentos puede definirse, con cierto grado de exactitud, como la cantidad que no se excreta en las heces y que, por tanto, se considera absorbida por el animal. Normalmente, se expresa en relación con la materia seca, como coeficiente, o como porcentaje.

Los experimentos de digestibilidad comprenden tres periodos de 7–10 días cada uno. Durante el periodo de adaptación, los animales se adaptan gradualmente a la dieta experimental. Una vez adaptados, reciben la dieta experimental durante un periodo preliminar para conseguir que estén completamente adaptados a dicha ración y para eliminar del tracto digestivo los restos de la ración anterior. Por último, durante el periodo de recogida, se controlan el alimento consumido y las heces excretadas. Generalmente los periodos de recogida más prolongados proporcionan resultados más exactos (Mc Donald *et al.*, 2013).

Los valores de la digestibilidad aparente de cualquier nutriente es posible obtenerlos, pero podrían carecer de significado para un nutriente como las vitaminas y algunos minerales que están presentes en cantidades extremadamente pequeñas. Una fracción del nitrógeno, las grasas, los carbohidratos y los elementos inorgánicos que aparece en las heces proviene de fuentes endógenas de nitrógeno, carbono y elementos inorgánicos. El término digestibilidad aparente toma en cuenta tanto los residuos de alimento no absorbidos como los componentes de las heces que son de origen endógeno (Church *et al.*, 2002).

Tradicionalmente la valoración de alimentos se lleva a cabo mediante pruebas de digestibilidad in vivo, que es por ahora la mejor manera de estimar el valor nutritivo de los alimentos, ya que tienen en cuenta las pérdidas inevitables que se producen durante la digestión.

La metodología de digestibilidad *in vivo*, requiere el empleo de animales de experimentación a los que se suministra el alimento que se investiga y de los que se recoge la excreta fecal o ileal para cuantificar el aprovechamiento de los nutrientes (cantidad de nutriente absorbida en el tracto digestivo). Se requiere un número elevado de animales de experimentación ya que, aunque los animales sean de la misma especie y edad, presentan siempre diferencias en su capacidad digestiva lo que conlleva importantes variaciones individuales que hay que compensar (Ramos, 1995).

La estandarización de los procedimientos utilizados en estos ensayos es el primer paso en la reducción de la variabilidad de los resultados. De esta manera, el Grupo Europeo de Nutrición de Conejos (EGRAN) ha propuesto un método de referencia europeo para la determinación de la digestibilidad *in vivo* (Pérez *et al.*, 1995). Las variables más relevantes para controlar en un ensayo de digestibilidad, son la duración del periodo experimental y, el número de animales utilizados. Los valores recomendados son al menos 7 días de periodo de adaptación y, 4 días de periodo de recolección de heces (que implica 5 días de control) (Villamide *et al.*, 2010).

1.4 Aditivos zootécnicos para conejos

Los aditivos alimentarios se pueden definir como ingredientes alimentarios de naturaleza no nutritiva que estimulan el crecimiento u otro tipo de funciones (como la producción de huevo), mejoran la eficacia de la utilización del alimento o son benéficos para la salud o el metabolismo animal (Church *et al.*, 2002). Los aditivos son utilizados en la producción animal con los objetivos de aumentar la tasa de crecimiento, mejorar la salud del tracto gastrointestinal y la eficiencia alimenticia y reducir las cargas patogénicas de la producción de desechos (De Brito *et al.*, 2014).

Según resolución ICA 1056 del 17 de abril de 1996 define aditivo como sustancia o producto no alimenticio, utilizado para dar sabor, pigmentar, conservar, prevenir la compactación, la oxidación, producir emulsificación o acidificación en los alimentos. También se consideran como tales, aquellas sustancias que administradas en las raciones de los animales ejercen sobre los mismos una actividad preventiva contra agentes nocivos de ocurrencia común.

De acuerdo con Coelho *et al.* (2014), los aditivos zootécnicos se subdividen en tres categorías:

- a) Digestivos: Sustancias que facilitan la digestión de los alimentos ingeridos actuando sobre determinadas materias primas destinadas a la fabricación de alimentos, como principal ejemplo se tienen las enzimas.
- b) Equilibradores de flora: Microorganismos que forman colonias u otras sustancias definidas químicamente y tienen un efecto positivo sobre la flora del tracto digestivo. Los principales en la nutrición de conejos son los prebióticos, probióticos, sus asociaciones y los ácidos orgánicos.
- c) Mejoradores de desempeño: Son sustancias definidas que mejoran los parámetros de productividad.

Los aditivos equilibradores de la flora vienen siendo utilizados en la nutrición de conejos en sustitución de los antibióticos y anticoccidiales.

1.4.1 Prebióticos

Los prebióticos son oligosacáridos no digeribles por acción de las enzimas endógenas. Gibson y Roberfroid (1995) los definen como alimentos no digestibles que afectan benéficamente el

hospedador por la estimulación selectiva del crecimiento y la actividad de una o un número limitado de bacterias en el colon.

Los Oligosacáridos más estudiados en conejos son los fructooligosacáridos (FOS) y los Mananoligosacáridos (MOS), aunque también hay algunos resultados con la adición de los Galactooligosacáridos (Falcão *et al.*, 2007).

Una de las principales funciones de los prebióticos es la activación y regulación de mecanismos inmunológicos, en este sentido, ellos impiden la colonización de patógenos a través del bloqueo desde adhesión en la superficie intestinal, estimulan las células inmunocompetentes intestinales asociadas a los ganglios linfáticos o sistema inmunológico a través de la activación de macrófagos y favorece los altos niveles de inmunoglobulina (local y sistemática) (Coelho *et al.*, 2014).

1.4.2 Probióticos

Los probióticos son suplementos que contienen microorganismos benéficos vivos o re viables. Se cree que estos suplementos colonizan el intestino, contribuyendo a mantener el equilibrio de la flora (Mateos, Rebollar y De Blas, 2010) de acuerdo con Melo *et al.* (2010), el uso de probioticos en raciones para conejos ayuda a reducir el consumo de alimentos porque mejoran la conversión alimenticia.

El modo de acción de los probióticos es por exclusión competitiva (competición por lugar de adhesión en el tracto digestivo), por estímulo de la inmunidad, por una mayor producción de ácido láctico, por el aumento de la disponibilidad de aminoácidos en los sitios de absorción y por el aumento de la disponibilidad de vitaminas y enzimas. La exclusión, además de permitir un establecimiento prematuro de una microbiota intestinal normal, también se aplica a situaciones

en que la microbiota fue destruida o seriamente afectada por tratamientos con antibióticos o estrés (Lui *et al.*, 2005).

Los probióticos confieren un beneficio para la salud al huésped cuando se administra en una adecuada cantidad. En particular, las cepas que pertenecen a *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, que son los predominantes y grupos subdominante a la microbiota, respectivamente, son las bacterias probióticas más utilizados y se incluyen en muchos alimentos funcionales y suplementos de la dieta de animales, levaduras *Saccharomyces boulardii* también han demostrado que tiene beneficios para la salud (Brito *et al.*, 2012).

Las especies no patógenas que pertenecen a la clase de *Saccharomyces*, *Streptococcus* y *Lactococcus* también se utilizan como probióticos. Los probióticos afectan el anfitrión beneficiosamente, que puede ser directa o indirectamente, incluyendo la función de barrera mejorada, modulación del sistema inmune de la mucosa, la producción de agentes antimicrobianos, mejorar la digestión y absorción de los alimentos y la alteración de la microflora intestinal (Hemaiswarya *et al.*, 2013).

De acuerdo a Ferreira *et al.* (2010) algunos de los aspectos a tener en cuenta sobre los probióticos son:

- Deben ser habitantes normales del tracto gastrointestinal de animales saludables y específicos según la especie, la mezcla de diferentes microorganismos es más segura que una única especie o cepa en un producto comercial.
- Deben ser capaces de producir colonias viables en concentraciones efectivas y poseer la capacidad de activarse y multiplicarse rápidamente después de ingerido el producto con el fin de inhibir patógenos.

- Las cepas seleccionadas deben ser Gram-positivas, tolerantes a enzimas salivares, ácidos estomacales, sales biliares en el intestino delgado y ácidos orgánicos volátiles en el intestino grueso.
- Deben ser capaces de adherirse a células epiteliales del intestino y excretar factor anti-*E.coli*.
- Deben mantenerse viables en largos periodos de almacenamiento, ser resistentes a los antibióticos y altas temperaturas de procesamiento.

1.4.3 Simbióticos

Un simbiótico es la combinación de un probiótico y un prebiótico. Roberfroid (1998), los define como una mezcla de un probiótico y un prebiótico que afecta benéficamente al huésped, mejorando la supervivencia y aprovechamiento de los suplementos alimenticios microbianos en el tracto gastrointestinal, estimulando selectivamente el crecimiento y/o activando el metabolismo de uno o de un número limitado de bacterias promotoras de la salud.

De Brito *et al.* (2014), consideran esta asociación en una alternativa interesante en el sentido de mejorar la sanidad del intestino delgado y el ciego de los pollos de engorde, a través de los mecanismos fisiológicos y microbiológicos. La asociación simbiótica estabiliza el medio intestinal y aumenta el número de bacterias benéficas productoras de ácido láctico, favoreciendo la situación de eubiosis.

1.5 Parámetros productivos

1.5.1 Consumo

La cantidad de alimento ingerido varía en función de su composición (principalmente los niveles de energía y fibra), la disponibilidad de agua, estado fisiológico y la época del año, con un mayor consumo en invierno que en verano, ya que el calor puede disminuir el apetito.

Los conejos de engorde deben recibir una ración voluntaria que varía de 80 a 130 g/día conforme a la edad y época. Las hembras reproductoras, sin gazapos y en el inicio de la gestación, no pueden recibir raciones a voluntad, pues el exceso provocaría sobre peso, que perjudica la fertilidad de los animales. Las hembras durante el último tercio de gestación y lactancia deben recibir ración a voluntad (Ferreira *et al.*, 2012).

De acuerdo con Jiménez (2005) los conejos de engorde se alimentan *ad libitum*, aunque en comparación con la alimentación racionada, se obtienen porcentajes de carne y hueso algo menores, se logran mayores crecimientos, periodos de engorda más cortos, elevados índices de conversión y mayor rendimiento de la canal. La alimentación racionada disminuye la proporción de grasa, pero es difícil de implementar porque exige calcular la cantidad diaria a suministrar y exige una atención más continuada del consumo y del suministro.

La regulación de la ingesta se realiza en virtud de mecanismos endógenos y exógenos. Se consideran como endógenos el momento fisiológico del individuo y las características genéticas, como lo son: la raza, el sexo y la edad. Como factores exógenos las características del alimento, la interacción agua-ingesta, efectos ambientales y los derivados del manejo de la explotación, como la son: nivel de alimentación, sabor del alimento, nivel de energía del alimento, el uso de antibióticos, el uso de tiroestáticos (peclorato de amonio), la disponibilidad de agua, etc.

Los conejos pueden regular su consumo de alimento de acuerdo al nivel energético de la dieta (Cheeke, 1987) el consumo energético del conejo depende de la temperatura ambiente, la ingestión de alimentos que permita hacer frente al consumo está relacionado con dicha temperatura, según algunos trabajos demuestran que entre los 5 y 30°C el consumo de los conejos en crecimiento pasa de 180 a 120g/día (Lebas *et al.*, 1996), las raciones excesivamente

voluminosas con alto contenido de fibra, aun con densidades energéticas adecuadas pueden dificultar o impedir el ajuste de la ingesta energética, en razón de una precoz repleción (Herrera y Pérez, 2007).

1.5.2 Ganancia de peso

La edad de sacrificio más frecuente es de unos dos meses, cuando se alcanzan pesos vivos medios de alrededor de 2.0 – 2.2 kg, si la engorda se prolonga hasta las 12 semanas se alcanzan pesos vivos de 2.6 -2.7 kg, con canales de 1.5-1.6 kg. En general no es conveniente prolongar la engorda más allá de esta edad porque empeora el índice de conversión y se obtiene canales con más grasa.

No suelen existir diferencias significativas de peso entre machos y hembras como para que merezcan la pena realizar engorde separando los gazapos según los sexos. El peso de los gazapos a la edad de sacrificio está influenciado por el peso al destete, de modo que la heterogeneidad de los pesos finales de los alimentos a la edad de sacrificio, si bien con menor amplitud de variación (diferencias de peso de entre 11 y 30% en el destete con 35 días de edad pueden conducir a diferencias entre 6.7 y 17% en los pesos a los 71 días de edad (Jiménez, 2005).

1.5.3 Conversión alimenticia

También recibe el nombre de índice de conversión que es la cantidad de alimento que el conejo necesita comer para transformar a carne, varían mucho según la raza, estirpe, edad y naturaleza según el tipo de alimentación suministrada (Argueta *et al.*, 2003). Es definida como

la cantidad de alimento en kilogramos que consume un animal, para producir 1kg de producto (carne, huevo, leche, etc.).

El conejo tiene una conversión bastante variable y a través de la selección se han visto valores que van desde 1,8/2 al destete hasta tres sobre la finalización (2500 kg de peso). La media durante este período (35-75 días), se sitúa entre 2,7 a 2,8. Esto significa que un conejo destetado con 700 gramos consumirá como mínimo 5 kg de alimento seco hasta alcanzar su peso de venta. Sin embargo, conejos no seleccionados pueden tener valores muy superiores incluso en razas comerciales (Cossu, 2014).

Considerando sólo el consumo de concentrados y el crecimiento de los gazapos entre el destete y el sacrificio, el índice de conversión puede situarse entre 3 y 3,5 si bien es más frecuente que se encuentre entre 3.35 y 3.45, para el cálculo del índice de conversión alimenticia (ICA) se usa la siguiente fórmula (De Blas, 1989):

$$ICA = \frac{\text{Consumo de alimento (kg)}}{\text{Peso Final} - \text{peso inicial (kg)}}$$

1.5.4 Mortalidad

La mortalidad en el periodo de cebo se produce principalmente durante las dos semanas posteriores al destete. Alrededor del destete, las patologías de origen entérico ocurren en un contexto de desarrollo incompleto de la fisiología digestiva, con alteraciones en el tránsito de la digestión lo largo del intestino. Las causas de las diarreas posdestete en gazapos son de naturaleza multifactorial pero parece que, junto a la presencia de patógenos, el tipo de dieta

puede afectar a la incidencia de estos procesos patológicos. El suministro de dietas desequilibradas se ha relacionado con la aparición de desórdenes digestivos mediante dos mecanismos: i) promoviendo un mayor tiempo de retención del alimento en el aparato digestivo o ii) provocando un mayor flujo de substratos fermentables al ciego (De Blas *et al.*, 2002).

El porcentaje de mortalidad de gazapos durante la engorda puede ser muy variable, entre el 2 y el 20%, siendo más frecuente entre el 5 y el 10%. Mortalidades superiores al 10% se pueden considerar anormalmente elevadas y debidas a un mal manejo. La mortalidad anormalmente elevada durante la engorda se relaciona frecuentemente con el mantenimiento de malas condiciones higiénicas en el alojamiento, por lo que la limpieza y desinfección del local de la engorda es fundamental, junto con un adecuado vacío sanitario (Jiménez, 2005).

2. Materiales y Métodos

2.1 Localización y duración de la investigación

El presente trabajo fue realizado en la cunícola “Los Alisos”, ubicada en la vereda San Antonio en el municipio de la Calera, (Cundinamarca, Colombia). En el periodo del 6 de octubre de 2015 al 17 de noviembre de 2015. La posición geográfica del municipio es de 4° 43' 17" de latitud norte y 73° 58' de longitud y altitud de 2548 m.s.n.m. En la región prevalece el clima frío, con una temperatura mínima de 6°C y máxima de 18°C. El índice pluviométrico medio fue de 918 mm y la humedad relativa del aire presentó un valor de 83%.

2.2 Unidades experimentales y metodología

Fueron utilizados 48 conejos (25 machos y 23 hembras) de raza Nueva Zelanda blanca, procedentes de la cunícola “Los Alisos”, con peso promedio de 786,25g \pm 93,82 y edad promedio de 35 a 40 días.

Los animales se alojaron en jaulas individuales de alambre galvanizado, con medidas de 60 cm largo x 50 cm ancho y 40 cm de alto, equipadas con comedero manual y bebedero de chupo automático (Figura 1).



Figura 1. Jaulas individuales para los conejos de engorde. Fuente: Camargo (2016)

2.3 Unidades experimentales

En el período pre-experimental, antes del inicio de la fase de adaptación, se realizó una limpieza y desinfección de las jaulas con el fin de propiciar un ambiente limpio y sano para los conejos, posteriormente cada jaula fue rotulada e identificada.

Los conejos fueron destetados entre los 30 y 35 días de edad, fueron pesados y sexados para su selección. Posteriormente, se desparasitaron (Ivermectina[®] 1%) y se llevaron a las jaulas individuales donde se alimentaron con concentrado de levante (6 días) y se les asignó un número en la oreja para su identificación.

La alimentación se suministró “*ad libitum*” de acuerdo al consumo diario, el concentrado administrado contiene una base de alfalfa, es elaborado por un fabricante independiente según los requerimientos de las etapas productivas de los conejos, los horarios de alimentación fueron en horas de la tarde (4:00 a 5:00 p.m.).

2.4 Tratamiento y Diseño experimental

Los análisis proximales en las dietas y de digestibilidad fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal en la sede José Celestino Mutis de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

El simbiótico comercial utilizado fue el Organew[®] (Ow) el cual reúne una mezcla de probióticos como la *Saccharomyces cerevisiae* en una concentración de 9×10^9 UFC/kg, y prebióticos como Mananoligosacaridos (MOS) 1g/kg y Fructooligosacaridos (FOS) 2g/kg, su uso está indicado para ayudar al desarrollo de una microbiota intestinal, mejorar la digestibilidad y esta formulado para poligástricos y monogástricos. El simbiótico fue adicionado a los tratamientos de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Vetnil). En la Tabla 2, se describen los niveles de garantía del simbiótico.



Figura 2. Simbiótico comercial Organew[®]. Fuente: Camargo (2016)

Tabla 2. Niveles de garantía Organew[®] por kg de producto

Composición	Cantidad
Proteína Bruta (Min)	22.13%
Materia Fibrosa (Max.)	8.66%
Extracto Etéreo (Min.)	5%
Humedad	4.8%
Vitamina B1	6.75mg
Vitamina B2	19 mg
Vitamina B6	132.468 mg
Biotina	2.8 mg
Niacina	20.3 mg
Ácido Fólico	10 mg
Inositol	1.200 mg
DL-Metionina	4 g
Cistina	1.28 g
Glicina	7.21 g
Valina	9.17 g
Prolina	6.08 g
Colina	774 mg
Isoleucina	7.73 g
Lisina	12.79 g
Histidina	4.57 g
Arginina	6.95 g
Fenilalanina	8.57 g
Leucina	12.14 g
Serina	6.98 g
Treonina	9.64 g
L-Lisina	5 g
Alanina	10.80 g
Metionina	3.25 g
Tirosina	3.78 g
Acido Glutámico	19.17 g
Triptófano	1.8 g
Ácido Aspartico	17.35 g
FOS ¹	2 g
MOS ²	1 g
<i>Saccharomyces cerevisie</i>	9 x 10 ⁹ UFC
Calcio (Máx.)	0,18%
Fósforo (Min.)	0,021 %
Vehículo c.s.p	1000 g

Fuente: Etiqueta producto Organew[®] (2016)

¹ Fructooligosacaridos, ²Mananoligosacaridos

Los tratamientos fueron una dieta base, cuya composición proximal se presenta en la Tabla 3. Fue formulada de acuerdo con las exigencias para conejos en etapa de engorde, las otras 3 dietas contienen la dieta base con la adición del simbiótico Organew®. Los tratamientos fueron:

T1 = Dieta base (sin simbiótico)

T2 = Dieta base + 1g Ow/kg de ración

T3 = Dieta base + 2g Ow/kg de ración

T4 = Dieta base + 4g Ow/kg de ración.

Tabla 3. Composición química de la dieta base para conejos Nueva Zelanda Blanco en la fase de engorde

Parámetros	Conejos engorde
Fibra bruta % min.	>13.5
Fibra detergente neutra % máx.	32
Fibra ácido detergente %	>17.5
Lignina ácido detergente %	6,5
Almidón % máx.	17,5
Extracto etéreo % máx.	6-8.5
Proteína bruta % min.	16
Lisina Total % min.	0,82
Ca %	1
P %	0,7
Energía Digestible kcal/kg	2500

Fuente: Ficha técnica Alimentos Alduque (2016)

Semanalmente, de acuerdo al consumo de alimento se preparaban las dietas para cada tratamiento con la dosis correspondientes de Ow. Una vez calculado y pesado el alimento según el consumo semanal, a cada tratamiento se le adicionó la cantidad de simbiótico (Figura 3).



Figura 3. Preparación de raciones experimentales. Fuente: Camargo (2016)

Los conejos fueron destetados entre los 30 a 35 días de edad y alojados en jaulas individuales provistas de bebedero, comedero y un recolector para las heces.

2.4.1 Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar (DCA), con cuatro 4 tratamientos y tres 3 repeticiones (cuatro (4) animales por repetición). Para evaluar los parámetros productivos se utilizaron un total de 48 animales. Para la evaluación de la digestibilidad, se seleccionaron nueve 9 animales de los doce 12 de cada tratamiento.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y posteriormente, las medias fueron comparadas por el test de Tukey, con un nivel de 5% de significancia, utilizando el Sistema estadístico R Core Team® (2015).

El modelo estadístico utilizado para el análisis de las variables fue:

$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$, dónde:

Y_{ij} = variables dependientes estudiadas en los animales j , que recibieron los tratamientos i ;

μ = media general;

t_i = efecto de la dieta experimental i ;

ε_{ij} = error aleatorio asociado a cada observación.

El esquema de los tratamientos y Modelo de análisis de varianza se presentan a continuación

Tabla 4. Diseño de tratamientos para el comportamiento productivo

Tratamientos	Referencia	Repetición	Unidad experimental	Total
T1	Dieta base (DB)	3	4	12
T2	DB + 1g/Ow/kg ración	3	4	12
T3	DB + 2g/Ow/kg ración	3	4	12
T4	DB + 4g/Ow/kg ración	3	4	12
Total				48

Fuente: Camargo (2016)

Tabla 5. Diseño de tratamientos para digestibilidad in vivo

Tratamientos	Referencia	Repetición	Unidad experimental	Total
T1	Dieta base (DB)	3	3	9
T2	DB + 1g/Ow/kg ración	3	3	9
T3	DB + 2g/Ow/kg ración	3	3	9
T4	DB + 4g/Ow/kg ración	3	3	9
Total				36

Fuente: Camargo (2016)

Tabla 6. Modelo Análisis de varianza para los parámetros productivos

Fuente de variación	Formula	Grado de libertad
Tratamientos	t-1	4-1 = 3
Error experimental	t(r-1)	4(12-1) = 44
Total	tr-1	4(12)-1 = 47

Fuente: Camargo (2016)

Tabla 7. Modelo Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo

Fuente de variación	Formula	Grado de libertad
Tratamientos	t-1	4-1 = 3
Error experimental	t(r-1)	4(9-1) = 32
Total	tr-1	4(9)-1 = 35

Fuente: Camargo (2016)

2.5 Evaluación Parámetros Productivos

2.5.1 Consumo de alimento

El alimento concentrado se suministró “*ad libitum*” y de acuerdo a los consumos según la edad, Ferreira (2008), donde se ofrecieron las siguientes cantidades:

*Primera semana: 80 g/conejo/día

*Segunda a Cuarta semana: 150 g/conejo/día

*Quinta a Sexta semana: 200 g/conejo/día

El consumo de alimento (CA) se registró diariamente por lo que se aplicó la siguiente fórmula para obtener el consumo en gramos de alimento por tratamiento.

$$CA = AS (g) - RA (g)$$

Dónde:

AS = Alimento suministrado.

RA = Residuo de alimento.

2.5.2 Ganancia de peso

La ganancia de peso (GP) se registró cada semana individualmente

$$GP = Pf - Pi$$

Dónde:

Pf = Peso final (g).

Pi = Peso inicial (g).



Figura 4. Registro de pesos. Fuente: Camargo (2016)

2.5.3 Conversión alimenticia

Se determinó el índice de conversión alimenticia (ICA) cada siete (7) días y, el resultado final de la conversión se determinó con el promedio de cada tratamiento.

$$ICA = \frac{CA}{GP}$$

Dónde:

CA = Consumo de alimento.

GP = Ganancia de peso.

2.5.4 Mortalidad

La mortalidad se tomó semanalmente y se estimó usando la siguiente formula:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Número animales muertos}}{\text{Número animales totales}}$$

2.6 Evaluación de la Digestibilidad in vivo

2.6.1 Periodo de adaptación

La determinación de la digestibilidad aparente de los nutrientes de las raciones fue realizada durante el ensayo de desempeño de los animales y según las recomendaciones propuestas por (Pérez *et al.*, 1995).

El ensayo de digestibilidad fue realizado durante un periodo de cuatro días consecutivos, con 27 días de adaptación a las dietas, alcanzados los 62 días de edad de los conejos.

2.6.2 Período de recolección

En los cuatro días de colecta total de las heces se instaló en las jaulas una tela de nylon en toda la extensión del fondo, con el objetivo de retener las heces permitiendo el paso de la orina.

Fueron registrados el consumo de ración y las cantidades de heces excretadas por cada unidad experimental (9 conejos por tratamiento). Las heces se recogieron diariamente en horas de la mañana, se homogenizaron las réplicas de cada tratamiento, se identificaron (tratamiento, replica y fecha) y, acondicionaron en bolsas plásticas herméticas para ser conservadas a -18°C para el posterior análisis químico (Figura 5).

Después de los análisis de las heces y las raciones, se calculó el coeficiente de digestibilidad aparente (CDa)

$$\text{CDa (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente excretado (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$



Figura 5. Proceso de recolección de heces para análisis de digestibilidad in vivo. Fuente: Camargo (2016)

2.6.3 Preparación de muestras y técnicas analíticas

Las muestras de las heces fueron descongeladas a temperatura ambiente y pesadas. Para la preparación de las muestras se requirió de dos fases, en la primera se colocaron las heces en estufa con circulación mecánica a 80°C por 24 horas, la segunda nuevamente se introduce en la estufa a 105°C por 4 horas. Después se pesaron y se procedió a triturarlas en el mortero y acondicionarlas en bolsas herméticas identificadas de forma semejante a las raciones.



Figura 6. Preparación de muestras para análisis químico. Fuente: Camargo (2016)

Los valores del análisis proximal de las dietas y de las heces de la Materia seca (MS), Proteína bruta (PB), Extracto etéreo (EE), Materia orgánica (MO) fueron determinados por los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). Los análisis de los componentes de la pared celular, fibra detergente neutra (FDN) fueron realizados según la metodología descrita por (Van Soest *et al.*, 1991).

3. Resultados y discusión

3.1 Composición Nutricional de las dietas

En la Tabla 8 se presenta el análisis proximal de las dietas.

Tabla 8. Análisis proximal de dieta control y con diferentes niveles de simbiótico

	T1	T2	T3	T4
MS	92,26	92,29	92,25	92,02
PB	17,39	18,57	17,13	16,82
FDN	52,60	55,39	61,68	63,10
MO	84,40	82,86	86,49	86,95
MM	14,39	15,82	12,47	12,00
EE	8,37	9,01	8,49	14,06

Los valores de FDN y PB se encuentran por encima de los valores recomendados por (Gidenne *et al.*, 2010). La FDN está por encima de lo recomendado en un 20%, en el caso de la PB tan solo tiene un incremento del 1.4%.

3.2 Consumo, excreción y coeficientes de digestibilidad

Los resultados de digestibilidad in vivo de los nutrientes evaluados son presentados en la Tabla 9. Las medias de los CDMS, CDMO, CDPB y CDEE presentaron diferencias significativas entre tratamientos, mostrando los valores más altos para los CDMS para el T1 (57,66) y el más bajo para T4 (41,64), de acuerdo a la Figura 7. Igualmente, CDMO el valor más alto fue para el T1 (59.88) y el más bajo para T4 (45,40), lo que quiere decir para este estudio es que los altos niveles de fibra en la dieta influenciaron de forma negativa los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes (MS, MO y PB) (Ferreira, 2010).

Tabla 9. Consumo, excreción y coeficientes de digestibilidad de los nutrientes en los tratamientos durante la fase experimental de la Digestibilidad in vivo en conejos de engorde.

	Tratamientos				CV ¹ (%)	P
	T1	T2	T3	T4		
² CMD	157,81	158,31	151,97	156,78	6,00	0,4694
³ EXMS	66,60 b	72,40 b	77,41 ab	91,16 a	16,59	0,0021
⁴ CDMS	57,66 a	54,25 a	48,96 ab	41,64 b	16,32	0,0016
⁵ CDMO	59,88 a	57,47 a	54,24 ab	45,40 b	15,05	0,0039
⁶ CDPB	72,10 ab	73,89 a	64,15 b	63,65 b	10,65	0,0074
⁷ CDFDN	38,51	32,83	38,94	33,53	29,62	0,4907
⁸ CDEE	89,08 b	89,55 b	90,16 b	93,54 a	2,59	0,0012

¹Coeficiente de variación

Medias seguidas con letras distintas en la misma línea difieren (P<0,05) por el test de Tukey

²Consumo medio diario, ³Materia seca en heces, ⁴Coeficiente digestibilidad Materia Seca, ⁵Coeficiente digestibilidad Materia Orgánica, ⁶Coeficiente digestibilidad Proteína bruta, ⁷Coeficiente digestibilidad Fibra detergente Neutro, ⁸Coeficiente digestibilidad Extracto etéreo.

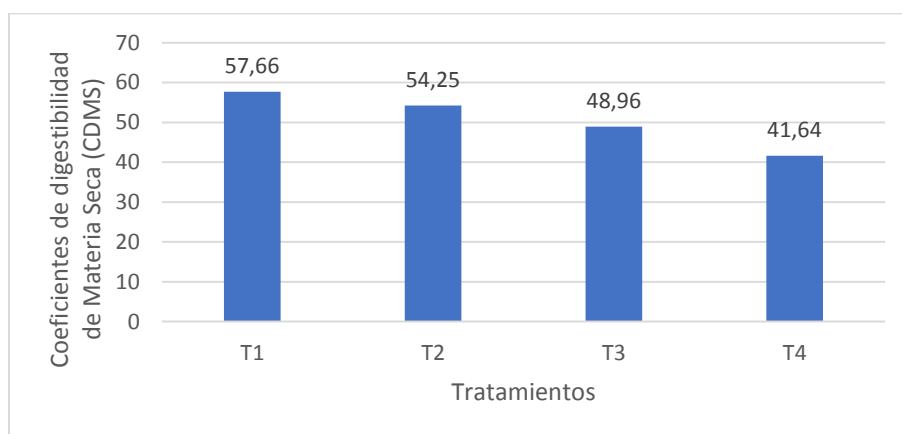


Figura 7. Coeficientes de digestibilidad de Materia seca (CDMS).

Zanato *et al.* (2008), encontraron diferencias significativas en el estudio con aditivos en dietas de conejos de engorde (antibiótico, probiótico, prebiótico y simbiótico) administrando 0,15 MOS+0,15 *Bacillus subtilis* como simbiótico donde obtuvieron un CDMS inferior a la dieta control, muy similar a lo encontrado en este estudio. Ewuola *et al.* (2011), también encontraron

diferencias significativas con el uso de simbióticos en dietas de conejos con los productos comerciales Biotronic® 4kg/ton y Biovet –YC® 500g/ton, sin embargo reporta CDMS con valores superiores a la dieta control.

Contrario a esto, Oso *et al.* (2013) no reportaron diferencias significativas en los coeficientes de digestibilidad de nutrientes con el uso de simbióticos (Total Gut Integrity® TGI 1g/kg) en la dieta de conejos de engorde, aunque sus resultados fueron más altos que la dieta control.

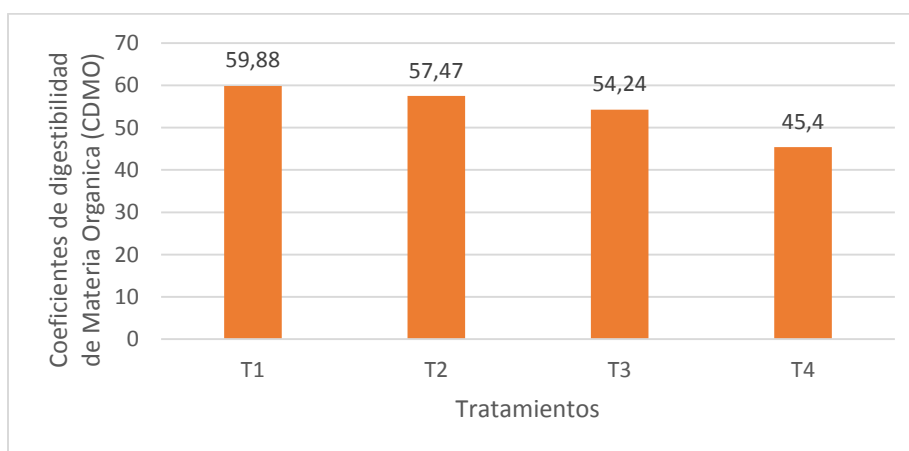


Figura 8. Coeficientes de digestibilidad de materia orgánica (CDMO).

Los CDMO tuvieron diferencias significativas en este estudio, como se puede apreciar en la Figura 8, mostrando mayor resultado para el T1 (Grupo control) y menor resultado T4 (4g/kg/ración), Bovera *et al.* (2010 y 2012) obtuvieron diferencias significativas en los CDMO con el uso de prebióticos (BioMos®) en diferentes niveles de inclusión (0,5 g/kg, 1,0 g/kg y 1,5g/kg) en dietas de conejos de engorde. Por el contrario Zanato *et al.* (2008) y Oso *et al.* (2013) no encontraron diferencias significativas en los CDMO en dietas para conejos de engorde.

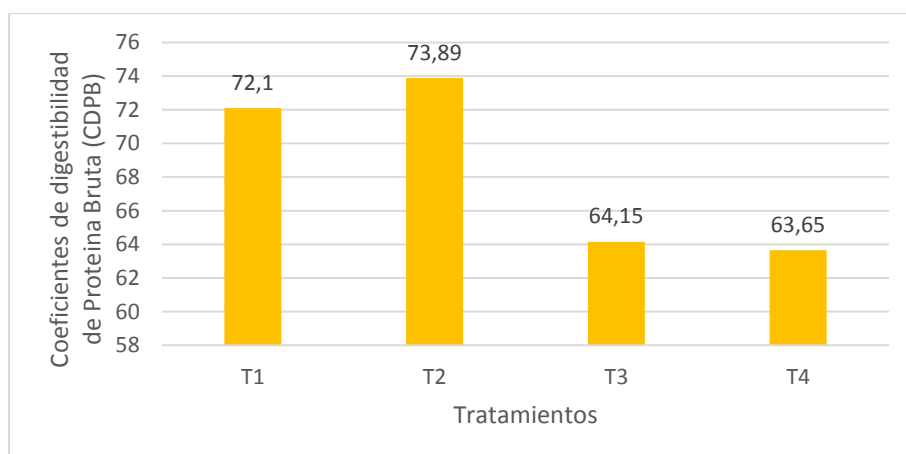


Figura 9. Coeficientes de digestibilidad de proteína bruta (CDPB).

Los CDPB tuvieron diferencias significativas en este estudio, mostrando mayor resultado para el T2 (1g/kg/ración) y el más bajo para el T4 (4g/kg/ración) (Figura 9), demostrando que la cantidad de simbiótico influye en la digestibilidad de la proteína, en concordancia con los resultados obtenidos por Bovera *et al.* (2010 y 2012) y Ewuola *et al.* (2011) en sus estudios en conejos de engorde.

Amber *et al.* (2004) trabajaron con Lact-A-Bac[®] (*Lactobacillus acidophilus*) y reportaron mejoras en la digestibilidad de la energía y de la mayoría nutrientes analizados (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo). Por otro lado Kamra *et al.* (1996) no encontraron diferencias significativas para los CDMO, CDEE, CDFDN, sin embargo el CDPC fue significativa para el tratamiento con la adición de probióticos Lacto+Sacc, bacterias ácido lácticas y *Sacharomices cerevisiae* en conejos de engorde.

Por el contrario, Falcão *et al.* (2013), en su estudio con dietas que incluían FOS (Fibulosa[®]) 25g/kg, *S. cerevisiae* (Levucell[®]) 0,6 g/kg y una mezcla de ambos productos (Simbiótico) en

conejos de engorde concluyeron que las adiciones de estos aditivos no afectan la digestibilidad de los nutrientes.

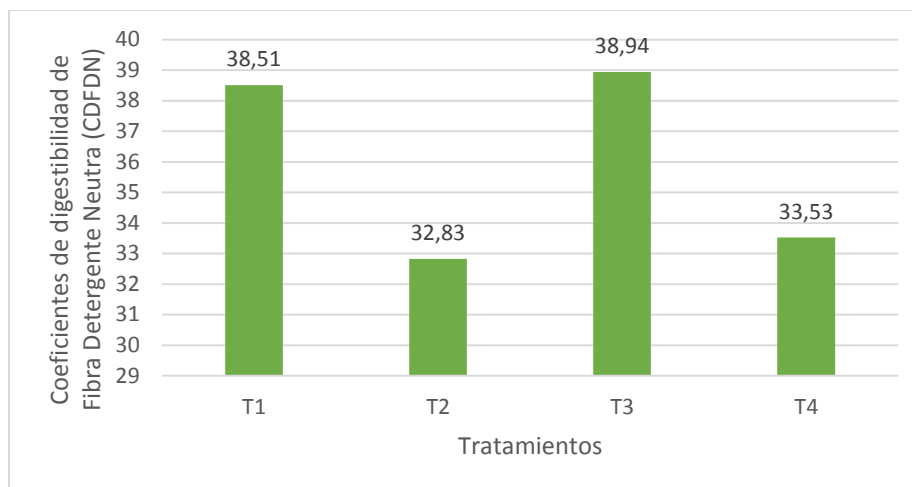


Figura 10. Coeficientes de digestibilidad de Fibra detergente neutra (CDFDN)

Los CDFDN no mostraron diferencias estadísticas significativas para el presente estudio. Sin embargo, en el T3 se obtuvo el mayor valor (38,94), como se aprecia en la Figura 10. Resultados similares fueron encontrados por Zanato *et al.* (2008), donde se compararon tratamientos con adición de antibióticos (bacitracina de zinc 0,05%), probióticos (*B. subtilis* 0,15%), prebióticos (0,15% MOS fosfolidado 30%) y simbióticos en dietas para conejos de engorde, concluyendo mejores resultados de digestibilidad en la utilización de prebióticos corroborando los resultados obtenidos en este estudio.

Oso *et al.* (2013), no reportaron diferencias significativas en los valores de los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes en el estudio realizado con *B. cereus* (0,5 g/kg), *Predicoccus acidilactis* (0,5 g/kg), MOS (1g/kg), Arabinoxylans oligosacáridos (AX 1g/kg) y Simbiótico (TGI® 1g/kg), del mismo modo Michelin *et al.* (2002) no observaron diferencias significativas en los CDMS, CDMO, CDPB y CDFDN con la adición de probiótico Calosporin® (0.03% dieta).

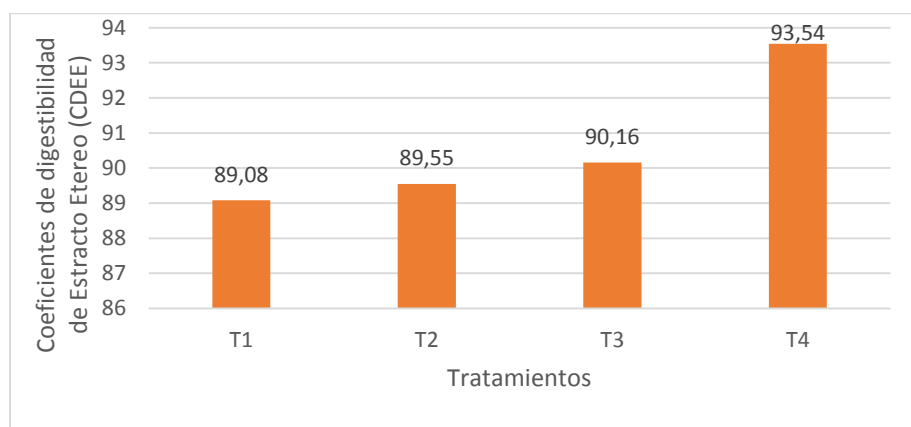


Figura 11. Coeficientes de digestibilidad de Extracto etéreo (CDEE)

Los CDEE tuvieron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T4 (4g/kg/Ow) el que reporta mayor valor (93,54), como se aprecia en la Figura 11. Ewuola *et al.* (2011) reportaron diferencias significativas entre tratamientos, donde incluyeron probióticos (Biovet[®]-YC), prebióticos (Biotronic[®]) y simbióticos (Biovet[®]-YC y Biotronic[®]) las dietas con inclusión de simbióticos obtuvieron mayor coeficientes de digestibilidad en MS, cenizas, y Extracto libre de nitrógeno y sus valores estuvieron sobre los de la dieta control. Bovera *et al.* (2010), reportaron diferencias estadísticas significativas en los CDEE con la adición de MOS (BioMos[®]) 1 g/kg de inclusión en dietas de conejos de engorde.

Por otro lado, Oso *et al.* (2013) y Zanato *et al.* (2008) no encontraron diferencias significativas en los coeficientes de digestibilidad de extracto etéreo con el uso de simbióticos en la dieta de conejos de engorde.

Chaudhary *et al.* (1995), no encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de nutrientes con el uso de probióticos (*S. cerevisiae*) utilizando dos dietas con diferentes niveles de fibra (9,73 y 12,86%). demostrando un mayor efecto de la fibra sobre el uso de los probioticos para dieta de conejos de engorde. Amber *et al.* (2014), encontraron coeficientes de digestibilidad

de nutrientes significativamente altos para MS, MO y PC en dietas para conejos de engorde con uso de prebióticos (Bio-Mos[®], MOS, probióticos (Bio-Plus[®] 2B, *B. subtilis* y *B. licheniformis*) y su mezcla (Bio-Mos[®] y Bio-Plus[®]), donde la dieta con adición del simbiótico obtuvo el valor más alto, pero los CDEE se redujeron significativamente ($P<0.001$).

3.3 Desempeño productivo

Tabla 10. Desempeño productivo en conejos Nueva Zelanda en la fase de engorde

	Tratamientos				¹ CV (%)	P
	T1	T2	T3	T4		
	Peso					
Peso (35 días)	808,33	805,00	757,50	774,17	12,00	0,4933
Peso (77 días)	2263,33 ^{ab}	2330,83 ^a	2141,67 ^b	2270,00 ^{ab}	7,29	0,05
	Período Total (35 -77 días)					
² M	0	0	0	0	-	-
³ GPD	34,64	36,33	32,96	35,62	11,21	0,1858
⁴ CMD	149,84	151,89	147,46	151,90	-	-
⁵ CA	4,45	4,22	4,52	4,29	13,49	0,5773

¹CV = coeficiente de variación

Medias seguidas con letras distintas en la misma línea difieren ($P<0,05$) por el test de Tukey

²Mortalidad, ³Ganancia diaria de peso, ⁴Consumo medio diario, ⁵Conversión alimenticia

Las medias de los resultados del desempeño productivo tomadas por un periodo de 6 semanas las cuales corresponden a Ganancia diaria de peso (GDP), Consumo medio diario (CMD), Conversión alimenticia (CA) y Mortalidad (M) se encuentran en la Tabla 10. Se puede verificar que los niveles de simbiótico Organew[®] no ejercieron efecto sobre los resultados del desempeño productivo. De acuerdo con Lui *et al.* (2005), esto puede ser reflejo de buenas condiciones sanitarias en que los conejos fueron criados, ya que el efecto de los probióticos, prebióticos o sus combinaciones es más significativo ante desafíos sanitarios.

El peso final fue registrado a los 77 días de edad. De acuerdo con los resultados existen diferencias significativas en este parámetro siendo el T2 el valor más alto con un peso de (2330,83g) y el tratamiento (T3) el menor (2141,67g), como se aprecia en la Figura 12.

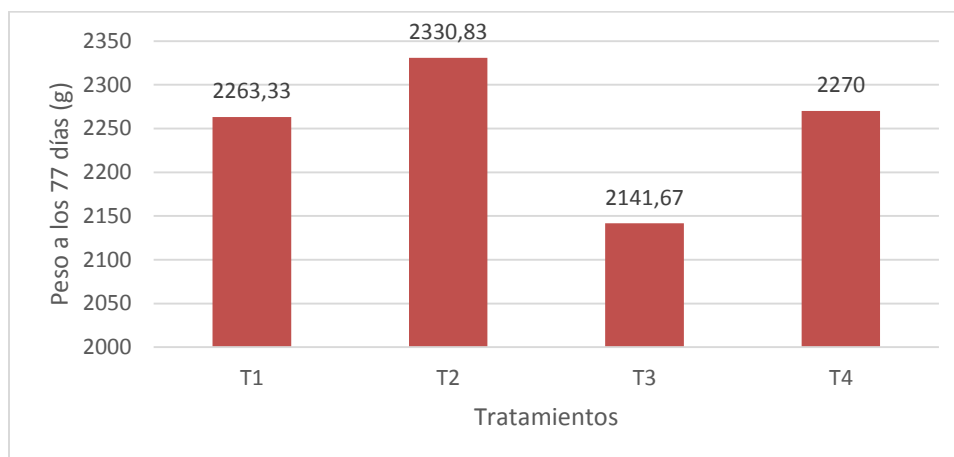


Figura 12. Peso a los 77 días de edad.

El promedio de (GPD) no presentó diferencias estadísticas significativas. Sin embargo el T2 obtuvo mejores resultados (36,33g) y el T3 fue el más bajo (32,96g), como se aprecia en la Figura 13. Los parámetros de consumo medio diario (CMD) y conversión alimenticia (CA) no tuvieron diferencias significativas en este estudio, en cuanto al CMD el grupo T3 tuvo el valor más bajo (147,46 g) y el T4 el valor más alto (151,9 g), como se aprecia en la Figura 14; sin embargo el T2 tuvo mejor conversión alimenticia por encima del grupo control y los demás tratamientos, como se observa en la Figura 15.

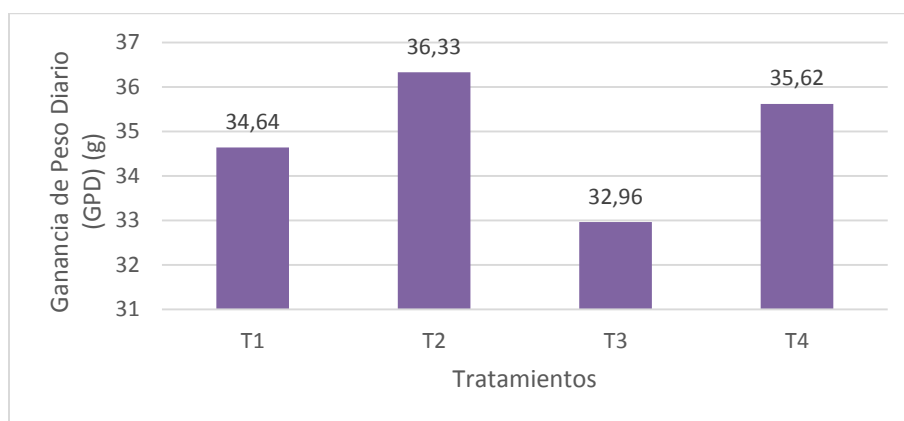


Figura 13. Ganancia de peso diario entre 35-77 días.

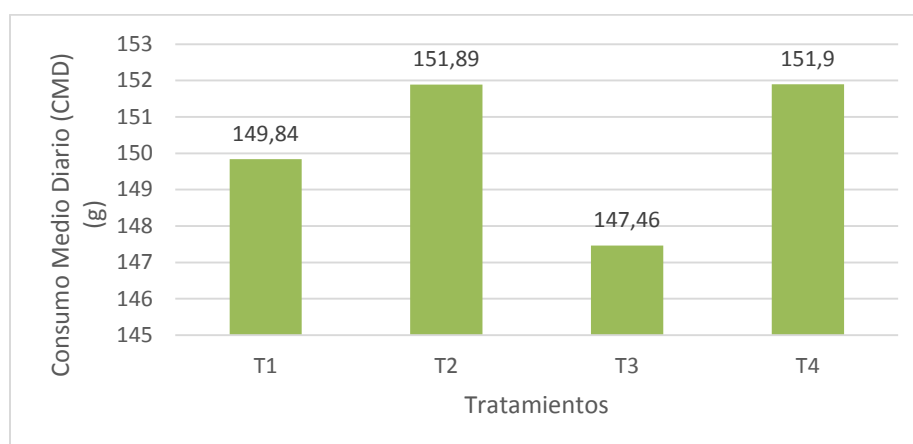


Figura 14. Consumo medio diario entre 35-77 días.

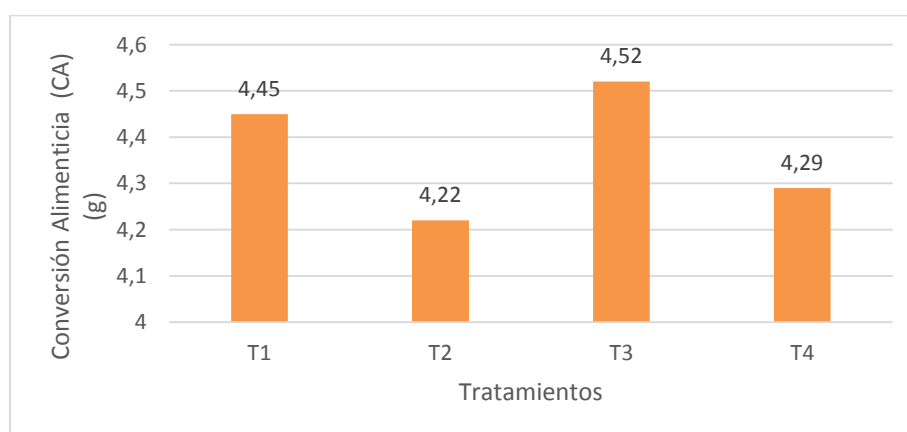


Figura 15. Conversión alimenticia entre 35-77 días.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Kamra *et al.* (1996), en su estudio con la combinación de bacterias ácido lácticas y *S. cerevisiae*. No observaron diferencias significativas en los parámetros productivos, atribuyendo el bajo crecimiento de los conejos a la alta temperatura ambiental (40-44°C) y humedad relativa (60-90%). Belhassen *et al.* (2016), llegaron a la conclusión que la adición de $6,5 \times 10^9$ UFC de *S. cerevisiae* por kilogramo de concentrado en la dieta no causó ningún cambio significativo en el crecimiento de conejos de engorde.

Estos resultados concuerdan con los de Scapinello *et al.* (2001), que utilizaron el prebiótico comercial BIO-MOS[®] derivado de la levadura *S. cerevisiae* en 0,15% de la dieta comparado con los demás tratamientos (acidificantes y combinación de ambos) y no encontraron mejoras en el consumo diario de ración ni en la conversión alimenticia.

La adición de probióticos Calosporin[®] al 0,03% de la dieta para conejos entre los 35 y 50 días de edad, según Michelan *et al.* (2002) observaron influencia negativa en el desempeño de los animales y el consumo de la ración no fue influenciado por la inclusión de aditivos. Lebas (1996), no encontró diferencias significativas con el uso de FOS (Profeed[®]) al 1%, 0,62% y 0,40% durante las primeras semanas de edad, las siguientes tres semanas los FOS indujeron una mejor tasa de crecimiento y una reducción del factor de conversión.

En contraste Oso *et al.* (2013) encontraron que el peso final, la ganancia de peso y conversión alimenticia fue afectada ($P < 0.05$) con la inclusión de aditivos en la dieta de conejos de engorde, donde el grupo suplementado con simbióticos (TGI[®] 1g/kg) obtuvo mejores resultados por encima del grupo control, pero con menor valor que los conejos suplementados con prebióticos (MOS 1g/kg). En cuanto a la conversión alimenticia se obtuvo un valor de

(5,02) en el grupo de conejos suplementados con simbióticos, estos valores son superiores a los encontrados en el presente estudio con un valor promedio en la conversión alimenticia de (4,37).

Ewuola *et al.* (2011), encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) con el uso de prebióticos (Biotronic[®]), probióticos (Biovet[®]-YC) y simbióticos (Biotronic[®] + Biovet[®]-YC) en conejos de engorde en los parámetros productivos (peso final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia), donde la dieta con adición de simbiótico obtuvo los valores más altos.

Amber *et al.* (2014), concluyeron que la inclusión de BIO-MOS[®] (prebiótico), BIO-PLUS[®] (probiótico) o su mezcla en dietas de conejos mejoran el rendimiento del crecimiento y reduce la mortalidad, considerando mejores resultados a partir de las tres semanas de edad (período temprano).

Ayyat *et al.* (1996) reportaron que los conejos que consumieron raciones con *S. cerevisiae* presentaron mayor peso corporal y ganancia de peso diario, que aquellos conejos que consumían raciones con antibióticos a los 84 días de edad.

En otras especies se han encontrado diferencias significativas con la adición de probióticos y simbióticos. Ahmed *et al.* (2015) obtuvieron incremento en el peso final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia con el uso de simbióticos (TGI[®]) en dietas de pollos de engorde, estos resultados están de acuerdo con los hallazgos encontrados por Awad *et al.* (2009), con el uso de simbióticos (Biomim IMBO[®]) donde se obtuvo el mayor rendimiento en peso final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia en aves de 35 días de edad. Igualmente, Fernández *et al.* (2014) encontraron mejores rendimientos en aves suplementadas con simbióticos, aunque el índice de conversión fue similar en la dieta control y, otros tratamientos (probióticos,

antibióticos, prebióticos y ácidos orgánicos). Sartori *et al.* (2007) también encontraron mejores rendimientos con el uso de simbióticos (Simbiótico Plus[®]) comparado a los grupos alimentados con simbióticos + enzimas y grupos sin aditivos.

En el caso de la especie porcina Sánchez *et al.* (2006), observaron el efecto de la suplementación de la dieta con probiótico (*B. subtilis*), prebiótico (MOS), simbiótico en el rendimiento de lechones destetados a los 23 días de edad concluyendo que la inclusión proporcionó un desempeño similar al rendimiento encontrado con antibióticos.

Lee *et al.* (2009) concluyen que la suplementación con simbióticos no causó efecto significativo en comparación al uso de antibióticos en los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo diario y conversión alimenticia en cerdos de levante con 36 días de edad).

En cuanto a la tasa de mortalidad, durante el periodo de estudio no se registraron mortalidades o con algún trastorno digestivo. Bovera *et al.* (2010), estudiaron el efecto de los MOS en diferentes niveles bajo condiciones críticas debidas a un episodio de Enteropatía Epizootica en Conejos (EER), donde se obtuvo la tasa más baja de mortalidad en conejos alimentados con MOS 1 g/kg de ración, al igual demostraron mejor tasa de crecimiento, conversión y digestibilidad de nutrientes ($P \leq 0,001$) que los suplementados con antibióticos. Morisse *et al.* (1992), también reportaron un posible efecto de los FOS sobre la mortalidad en conejos desafiados con *E. coli* 0.103, además los conejos sobrevivientes libres de signos clínicos tuvieron una ganancia de peso superior al grupo control (sin aditivos).

Acorde a esto, Kimsé *et al.* (2012), registraron menor mortalidad cuando los conejos fueron alimentados con 10 g de Biosaf[®] por kg de ración (10^7 UFC de *S. cereviciae*) a pesar de presentarse un brote de diarrea en su estudio.

Sin embargo, es importante señalar que la tasa de mortalidad registrada en este estudio fue de 0%, por lo que cualquier mejora a través de la adición del simbiótico era difícil de observar, por lo tanto, no se puede afirmar que los simbióticos ejerzan una alta influencia en la tasa de mortalidad considerando que los conejos no estuvieron enfrentados a enfermedades o estrés.

El papel principal de una dieta no es sólo para proporcionar suficientes nutrientes para cumplir los requisitos metabólicos del cuerpo, sino también para modular diversas funciones del cuerpo. Los probióticos, prebióticos y simbióticos son microorganismos beneficiosos o sustratos que facilitan el crecimiento de estos microorganismos, que pueden ser aprovechados adecuadamente por los fabricantes de alimentos y, son muy prometedores en la industria de alimentos para el cuidado de la salud de los animales.

Conclusiones

1. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los CDMS, CDMO, CDPB, y CDEE con el uso del simbiótico Organew[®] en diferentes niveles de inclusión sobre la digestibilidad de nutrientes, donde el tratamiento control obtuvo los valores más altos para los CDMS y CDMO.
2. De acuerdo a los resultados encontrados se evidencia que los altos contenidos de fibra en las dietas influyeron negativamente en los valores digestibilidad (CDMS, CDMO, CDPB).
3. La adición del simbiótico Organew[®] presentó diferencias significativas para el peso de los conejos a los 77 días de edad, donde los conejos del T2 (1g Ow/kg) tuvieron el valor más alto ($P < 0.05$) para el peso final.

Recomendaciones

1. Determinar el efecto de los simbióticos sobre la integridad intestinal y la microflora gastrointestinal durante el tiempo que dure el tratamiento.
2. Ensayar el efecto de los simbióticos en otras etapas productivas del conejo (crecimiento, lactancia).
3. Realizar estudios en animales enfrentados a enfermedades o condiciones hostiles con el fin de evaluar la acción de los simbióticos sobre la mortalidad.

Referencias Bibliográficas

- Ahmed, K.S., Hassan, M., Asaduzzaman, Md, Khatun, A., y Islam K. (2015). Effects of probiotics and synbiotics on growth performance and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. *Journal of Science*, 5(10), 926-929.
- Amber, K.H., Yakout, H.M., y Hamed R.S.(2004). Effect of feeding diets containing yucca extract or probiotic on growth, digestibility, nitrogen balance and caecal microbial activity of growing new zealand white rabbits. *8th World Rabbit Congress*. Recuperado de <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Feeding-%26-Nutrition/N-Amber.pdf>
- Amber, K.H., Fatma, M., El-Nabi, A., Morsy, W.A., y Morsy, S.H.A.(2014). Effect of dietary supplementation of probiotic and prebiotic on preventing post weaning digestive disorders and productive performance of growing rabbits. *Egyptian Poultry Science Journal*, 34(1), 19-38. Recuperado de <http://www.epsaegypt.com/wp-content/uploads/2014/03/02-1466.pdf>
- AOAC, (1995). Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. Beltran, M.T., Martinez, J., Fernandez, J., y Cervera, C. Estimación del valor nutritivo de diversas materias primas para conejos. En: *Proceedings of the Third World Rabbit Congress*, 1, 265–272.
- Argueta, J.D.A., Fernández, G.G.A., y Zuleta, D.E.M. (2003). *Evaluación de diferentes niveles (0.55%, 0.83% y 1.10%) de levadura Diamond V “xp” en la alimentación de conejos de la raza neozelandez x califonia en la etapa de engorde*. (Tesis pregrado). Recuperado en: <http://ri.ues.edu.sv/4101/1/50100267.pdf>
- Arruda, AM., Lopes, D.C., Ferreira, W.M., Rostagno, H.S., De Queiroz, A.C., Pereira, E.S., Da Silva, J.F., y Jham, G.N. (2003). Actividade Microbiana Cecal e Contribuição Nutricional da Cecotrofia em Coelho Alimentados com Rações Contendo Diferentes Fontes de Fibra e Níveis de Amido. *Revista Brasileira Zootecnia*, 32(4), 891-902.
- Awad, W., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., y Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of symbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88, 49-55.
- Ayyat, M.S., Mari, I.F.M., y El-Aasar, T.A. (1996). NewZealand White rabbit does and their growing offsprings as affected by diets containing different protein level with or without lacto-sacc supplementation. *World Rabbit Science*, 4(4), 225-230.

- Belhassent, T., Bomai, A., Gerencsér, Z.S., Matics, Z.S., Tuboly, T., Bergaoui, R., y Kovacs, M. (2016). Effect of diet supplementation with live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, caecal ecosystem and health of growing rabbits. *World Rabbit Science*, 24, 191-200.
- Bovera, F., Nizza, S., Marono, S. Mallardo, K., Piccolo, G., Tudisco, R., De Martino, L., y Nizza, A. (2010). Effect of mannanoligosaccharides on rabbit performance, digestibility and rectal anaerobic populations during an episode of epizootic rabbit enteropathy. *World Rabbit Science*, 18, 9-16
- Bovera, F., Lestingi, A. Iannaccone, F., Tateo, A., y Nizza, A. (2012). Use of dietary mannanoligosaccharides during rabbit fattening period: Effects on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass traits, and meat quality. *American Society of Animal Science*, 90, 3858-3866.
- Boriello, S.P., y Carman, R.J. (1983). Asociation of iota-like toxin and *Clostridium spiriforme* with both spontaneous and antibiotic associated diarrhea and colitis in rabbits. *Journal Clinical Microbiology*, 17(2), 414-418
- Brito, M.B., Díaz, J.P., Quezada, S.M., Llorente, C.G., y Gil, A. (2012). Probiotic Mechanisms of Action. *Animal of Nutrition & Metabolism*, 61, 160-174
- Carabaño, T., Fraga, M.J., y Santoma, G. (1988). Effect of diet on composition of caecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits, *Journal of Animal Science*, 66(4), 901-910
- Carabaño, R., García, J., y De Blas, J. (2001) Effect of fiber source on ileal apparent digestibility of non-starch polysaccharides in rabbits, *Animal Science*, 72(2), 343-350.
- Chaudhary, L.C., Singh, R., Kamra, D.N., y Pathak, N.N. (1995). Effect of oral administration of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on digestibility and growth performance of rabbits fed diets of different fibre content. *World Rabbit Science*, 3(1), 15-18.
- Cheeke, P.R. (1987). *Rabbit feeding and nutrition*. Orlando, Florida. Editorial: Academic press
- Cheeke, P.R., y Patton, N.M. (1980). Carbohydrate overload of the hindgut a probable cause of enteritis. *Journal Applied of Rabbit Research*, 3(3), 20-23
- Church, D.C., Pond, W.G., y Pond, K.R. (2002). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*, 2. ed. Mexico: Editorial Limusa.

- Coelho, C.C.G., Mota, K.C.N., Ferreira, A.E.N., Machado L.C., y Ferreira, W.M. (2014). Aditivos equilibradores de flora intestinal para coelhos. *Revista Brasileira de Cunicultura*, 5 (1), 1-20.
- Cossu, M.E. (2014). Algunos conceptos sobre la nutrición del conejo para carne. En: Capra, G., y Blumetto, O. (2014). *Tecnología de producción de conejos para carne*, Montevideo, Uruguay: Editorial INIA. Recuperado en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3142/1/st-216-2014.pdf>
- Daves, R.R., y Daves, J.A.E. (2003). Rabbit gastrointestinal physiology. *The Veterinary Clinics, Exotic Animal Practice*, 6, 139-153
- De Blas, C., García, J., Gómez, C.S., y Carabaño R. (2002). Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. *XVIII Curso de especialización FEDNA*. Recuperado en http://www.academia.edu/24812258/Restricciones_a_la_formulaci%C3%B3n_de_piensos_para_minimizar_la_patolog%C3%ADa_digestiva_en_conejos
- De Blas C. (1989). *Alimentación del conejo*, 2 ed. Madrid, España: Editorial Mundiprensa
- De Blas, C., Garcia, J., y Carabaño, R. (1999). Role of fibre in rabbits diets. *Annales de Zootechnie*, 48 (1), 3-13
- De Blas, C., y Mateos, G.G. Feed Formulation. En: De Blas, C. y Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*, 2 ed. Cambridge, USA: Editorial CAB International. Recuperado de: <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- De Blas, C., y Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*, 2. ed. Cambridge, USA: Editorial CAB International. Recuperado de: <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- De Brito, J.M., Ferreira, A.H.C., Junior, H.A.S., Araripe, M.B.A., Lopes, J.B.; Duarte, A.R.D.; Cardoso, E.S.C., y Rodrigues. V.L. (2014). Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes. *Revista eletrônica nutritime*, 229- 11 (01), 3070-3084.
- Dihigo, L.E (2005). Avance en los estudios de fisiología digestiva del conejo en cuba con el uso de fuentes de alimentos no tradicionales. Consideraciones fisiológicas. Instituto de Ciencia animal. Recuperado de http://avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convenacional/conferencia-3.pdf

- Ewuola, E.O., Amadi, C.U., y Imam, T.K. (2011). Performance evaluation and nutrient digestibility of rabbits fed dietary prebiotics, probiotics and symbiotics. *International Journal of Applied Agricultural and Apicultural Research*, 1y2, 107-117.
- Falcão, C.L., Castro, S.L., Maertens, L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., y Maertens L. (2007). Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding. *World Rabbit Science*, 15, 127 – 140
- Falcão, C.I., Pinheiro, V., y Freire, J. (2013). The effect of the use of a prebiotic, a probiotic or symbiotic in rabbit diet after weaning. XXXVII Symposium de cunicultura de ASESCU. *World Rabbit Science*, 21, 49-55
- Fernandes, B.C.S., Martins, M.R.F.B., Mendes, A.A., Milbradt, E.L., Sanfelice, C., Martins, B.B., Aguilar, E.F., y Bresne, C. (2014). Intestinal integrity and performance of broiler chickens fed a probiotic, a prebiotic, or an organic acid. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16(4), 417-424.
- Ferreira, W.M., Machado, L.C., Jaruche, Y.G., Carvalho, G.G., Oliveira, C.E.A., Souza, J.A.S., y Caríssimo, A.P. (2012). *Manual práctico de cunicultura*. Recuperado de <https://world-rabbit-science.com/Developping/Fichiers-pdf/Manual-pratico-de-cunicultura-2012.pdf>
- Ferreira, W.M. (2010). Produção de Coelhos .Cadernos didáticos. EV-UFGM, 139
- Furlan, A.C., Scapinello, C., Murakami, A.E., Moreira, I., Martins, E.N., y Cavalieri, F.L.B. (1997). Exigência nutricional de cálcio de coelhos em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26(2). 294-298
- García, D., Medina, M., Dominguez, C., Baldizán, A., Humbría J., y Cova, L. (2006). Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 24(4), 401-415.
- Gibson, G. R., y Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6), 1401–1412.
- Gidenne, T. (1993). Measurement of the rate of passage in restricted fed rabbits: effect of dietary cell wall level on the transit of fibre particles of different sizes. *Animal Feed Science and Technology*, 42, 151-163
- Gidenne, T., y Jehl, L. (1996). Replacement of starch by digestible fiber in the feed for the growing rabbit. 1. Consequences for digestibility and rate of passage. *Animal Feed Science Technology*, 61, 183-192

- Gidenne, T., y Lebas, F. (2005). Le comportement alimentaire du lapin. *Journées de la Recherche Cunicole*, 32, 183-196. Recuperado de http://www.journees-de-la-recherche-avicole.org/JRC/Contenu/Archives/11_JRC/6-Nutritionetalimentation/38-GidenneS.pdf
- Gidenne, T., Carabaño, R., Garcia, J., De Blas, C. (2010) Fibre Digestion. En: De Blas, C. y Wiseman, J. *Nutrition of the Rabbit*, 2 ed. Cambrige: Editorial CAB International. Recuperado de: <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- Gondim, C., Mota, K., Alves, F., Machado, L., y Motta, W. (2014). Aditivos equilibradores de flora intestinal para coelhos. *Revista Brasileira de Cunicultura*, 5(1), 4-6.
- Hamasalim, H.J. (2016) Synbiotic as Feed Additives Relating to Animal Health and Performance. *Advances in Microbiology*, 6, 288-302.
- Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravikumar, R., y Carvalho I.S. (2013). Mechanism of Action of Probiotics. *Brazilian archives of Biology and Tecnology*, 56 (1), 113-119
- Herrera, A.N., Santiago, G.S., y Medeiros, S.L.S. (2001). Importância da fibra na nutrição de coelhos. *Ciência Rural, Santa Maria*, 31 (3), 557-561
- Herrera, J.C., y Perez, L. (2007). *Investigación en nutrición del conejo (oryctolagus cuniculus) en México, de 1978 a 2006* (Tesis posgrado). Recuperado de: <https://anatomiaayplastinacion.wikispaces.com/file/view/Investigacion.pdf>
- Hoover, W.H., y Heitmann, R.N. (1972). Effects of dietary fibre levels on weight gain, caecal volume and volatile fatty acid production in rabbits. *Journal of Nutrition*, 31(102), 375-379
- Jimenez, M. (2005). *Comparación de Diferentes Alimentos Comerciales en una Engorda Cunícola* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/unarrow/0083W.pdf>
- Kamra, D.N., Chaudhary, L.C., Singh, R., y Pathak, N.N. (1996). Influence of feeding probiotics on growth performance and nutrient digestibility in rabbits. *World rabbit Science*, 4 (2), 85-88
- Kimsé, M., Bayourthe, C., Monteils, V., Lomothe, L.F., Caucquil, L., Combes, S., y Gidenne, T. (2012). Live yeast stability in rabbit digestive tract: Consequences on the caecal ecosystem, digestion, growth and digestive health. *Animal Feed Science and Technology*, 173, 235-243.
- Lebas, F. (1996). (Julio 9-12 de 1996). Effects of fruct-oligo-saccharides origin on rabbit's growth performance in 2 seasons. En: *Nutrition, wool and fur*. Simposio llevado a cabo

- en 6th. World rabbit congress, Toulouse, Francia. *vol* 1. 211-216. Association Scientifique Française de Cuniculture. Recuperado de <http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-Lebas/1990-1999/1996-Lebas-WRC-Fructo-oligo-saccharides.pdf>
- Lebas, F. (1989). Nutrient requirements of rabbits. *Cuniculus Science*, 5(2). 1-28
- Lebas, F., Coudert, P., Rochambeau, H.R., y Thébault, R.H. (1996). *El Conejo cría y patología*. Roma: Colección FAO: Producción y Sanidad animal.
- Lee, S.J., Shin, N.K., Ok, J.U., Jung, H.S., Chu., G.M., Kim., J.D., Kim I.H., y Lee S.S. (2009). Effects of dietary synbiotics from anaerobic microflora on growth performance, noxious gas emission and fecal pathogenic bacteria population in weaning pigs. *Asian-Australasian Journal Animal Science*. 22(8), 1202-1208
- Lui, J.F., De Oliveira, C.M.C., Caires, D.R., y Cancherini, C.L. (2005). Desempenho, rendimento de carcaça e pH cecal de coelhos em crescimento alimentados com dietas contendo níveis de probiótico. *Ciencia Animal Brasileira*, 6(2), 87-93.
- McDonald, P., Edward R. A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., y Wilkinson, R.G. (2013). *Animal Nutrition*, 7 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia
- Machado, L.C., Ferreira, W.M., Scapinello, C., Padilha, M.T.S., y Eules, A.C.C. (2011). *Manual de Formulação de Ração e Suplementos para Coelhos*. Associação científica Brasileira. Recuperado de: <http://www.acbc.org.br/formulacao.pdf>
- Mateos, G.G., Rebollar, P.G., y De Blas, C. (2010). Minerals, Vitamins and Additives En: De Blas, C. y Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*, 2 ed. Cambridge, USA: Editorial CAB International. Recuperado de: <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- McNitt, J.I., Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R., y Patton, N.P. (2013). Rabbit Production 9 ed. Recuperado de: <https://anatomiaayplastinacion.wikispaces.com/file/view/Rabbit+production.pdf>
- Melo W. O., Silva E.C., Carvalho, F.P., Alcântara. P.S., y De Azevedo, V.R. (2010). Uso da aditivos na dieta de coelhos. *Revista electronica Nutridime*, art 126, 7 (6), 1382-1386.
- Michelan, A.C., Scapinello, C., Natali. M.R.M., Furlan, A.C., Sakaguti, E.S., Faria, H.G., Santolin, M.L., y Hernandez, A.B. (2002). Utilização de Probiótico, Ácido Orgânico e Antibiótico em dietas para Coelhos em crescimento: Ensaio de digestibilidade, Avaliação da Morfometria intestinal e Desempenho. *Revista Brasileira Zootecnia*, 31(6). 2227-2237.

- Mora, D. (2010). Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo el rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Agronomía mesoamericana*, 21(2). 357-366.
- Morisse, J.P., Maurice, R., Boilletot E., y Cotte, J.P. (1993). Assessment of the activity of a fructo-oligosaccharide on different caecal parameters in rabbits experimentally infected with *E coli* 0.103. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 42 (1), 81-87.
- National Research Council (1977). Nutrient requirements of rabbits. Nutrient requirements of domestic animals. The National Academy of Science. U.S.A.
- Omole, T.A. (1982). The effect of level of dietary protein on growth and reproductive performance in rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*. 5(3) 83-88.
- Oso, A.O., Idowu, O.M.O., Haastrup, A.S., Ajibade, A.J., Olowonefa, K.O., Aluko, A.O., Ogunade, I.M., Osho, S.O., y Bamgbose, A.M. (2013). Growth performance, apparent nutrient digestibility, caecal fermentation, ileal morphology and caecal microflora of growing rabbits fed diets containing probiotics and prebiotics. *Livestock Science, Elsevier*. 157. 184-190
- Peréz, J.M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens L., Xiccato, G., Parigi, B.R., Bengala, F.J. (1995). European Reference Method for in vivo determination of diet digestibility in rabbit. *World Rabbit Science*, 3(1). 41-43.
- Pessôa, M.F. (2003). *Avaliação Nutricional de Diferentes Rações Comerciais em Coelho em Crescimento* (Tesis Maestría). Recuperado de: <http://r1.ufrrj.br/wp/ppgz/files/2015/05/33-MARCUS-FERREIRA-PESSOA.pdf>
- Ramos, M.A (1995). *Aplicación de técnicas enzimáticas de Digestion in vitro a la valoración nutritiva de piensos en conejos*. (Tesis doctoral). Recuperado en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/2/AD2006301.pdf>
- Roberfroid, M. B. (1998). Prebiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. (1998) *British Journal of Nutrition*, 80 (2), 197-202.
- Scapinello, C., Faria, H.G., Furlan, A.C., y Michelan, A.C. (2001). Efeito da utilização de Oligossacarídeo Manose e Acidificantes sobre o Desempenho de Coelhos em Crescimento. *Revista brasileira zootecnia*, 30(4), 1272-1277.
- Sánchez, W.K., Cheeke, P.R., y Patton, N.M. (1985). Effect of dietary crude protein level on the reproductive performance and growth of New Zealand white rabbits. *Journal Animal Science*, 60, 1029-1039.

- Sánchez, A.L., Lima, J.A.F., Fialho, E.T., Murgas, L.D.S., Almeida, E.C., Neto, J.V., y Freitas, R.T.F. (2006). Utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame. *Ciencia agrotecnologia*, 30 (4), 774-777
- Santos, E.A., Lui, J.F., y Scapinello, C. (2004). Efeito dos níveis de fibra em detergente ácido sobre os coeficientes de digestibilidade das dietas e desempenho de coelhos em crescimento. *Animal Sciences*, 26(1), 79-86
- Sartori, J.R., Pereira, K.A., Gonçalves, J.C., Da Cruz, V.C., y Pezzato, A.C. (2007). Enzima e simbiótico para frangos criados nos sistemas convencional e alternativo. *Ciencia rural, Santa Maria*. 7(1), 235-240.
- Van soest, P. J., Robertson, J.B., y Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Animal Science*, 74(10), 3583-3597.
- Villamide, M.J., Maertens, L., y De Blas. C. (2010). Feed Evaluation. En: De Blas, C. y Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*, 2 ed. Cambrige, USA: Editorial Cabi. Recuperado de: <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- Xicato, G. (2010) Fat Digestion. En: De Blas, C., y Wiseman, J. (2010). *Nutrition of the Rabbit*, 2 ed. Cambrige, USA: Editorial Cabi. Recuperado de <http://wabbitwiki.com/images/7/7d/Nutrition.of.the.Rabbit.2ed-deBlas.Wiseman.pdf>
- Zanato, J.S.A., Lui J.F., Oliveira, M.C., Neto, A.C., Junqueira, O.M., Malheiros, E.B., y Scaninello C. (2008). Digestibilidade de dietas contendo antibiótico, probiótico e prebiótico para coelhos em crescimento. *Biosistemas*, 21 (4), 131-136.